



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

FİZİK 12

BECERİ TEMELLİ
ETKİNLİK KİTABI





T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı değişim, bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları, öğrenme öğretme teori ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmeler bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilemiştir. Günümüzde bilgiyi üreten, günlük hayatında kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen vb. niteliklerdeki bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Anlaşılacağı üzere bireyden yalnızca bilgi sahibi olması değil, belli becerileri kazanması ve bu becerileri hayatının her alanında kullanması beklenmektedir.

Çağımızın becerilerinin öğrenciler tarafından benimsenmesi, içselleştirilmesi ve yaşama aktarılması için beceri temelli uygulamalara yer veren öğrenme süreçlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle öğrencilere bilgi edinmenin yanı sıra bilgiyi beceriye dönüştürmelerini sağlayacak faaliyetler planlanmalıdır. Bu amaçla hazırlanan etkinlik kitabında öğretim programındaki kazanımlar doğrultusunda belirlenen bilgi ve becerilerin öğrencilere bütünlük bir biçimde kazandırılması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda konu içeriğine uygun beceri kazandırmaya yönelik etkinlikler tasarlanmıştır. Beceri kazanma süreci karmaşık olduğundan öğrencilerin becerileri yeni durumlara aktararak sürekli kullanmasını sağlamak amacıyla aynı becerinin farklı durumlarda kullanımını içeren farklı konu içeriğine sahip etkinliklere yer verilmiştir. Etkinlikler basitten karmaşığa olacak şekilde sıralanmıştır.

Etkinlik kitabında yer alan etkinliklerin bazılarının bireysel, bazılarının grupta yapılması bazı etkinliklerinin iş birliğine dayalı olması, bazı etkinliklerde teknolojinin ön plana çıkarılması öğrencilerde farklı becerilerin geliştirilmesini sağlayacaktır. Etkinliklerin genellikle farklı kategoride farklı becerileri geliştirmeye uygun hazırlanmasının yanında çoğu etkinlikte günlük hayatla ilişki kurulmasına ve öğrencilerde ilgi uyandıracak düzeyde olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağlamak için etkinliklerde öğrencilerin sürece aktif katılması, sorumluluk alması da beklenmektedir.

Etkinliklerin öğrencilerimiz için yararlı olması dileğiyle...

ETKİNLİKLER LİSTESİ

1. ÜNİTE			
Etkinlik No.	Kazanım No.	Etkinlik Adı	Sayfa No.
1	12.1.1.1	Dönme Hareketinin Şifreleri	4
2	12.1.1.1	Hız Değişiyor mu?	5
3	12.1.1.1	Helikopter Pervanesi	7
4	12.1.1.2	Merkezcil Kuvvet Nelere Bağlıdır?	9
5	12.1.1.2	Eşit Merkezcil Kuvvetler	10
6	12.1.1.2	Merkezcil Kuvvet Kim?	11
7	12.1.1.2	Dönen Cisimler	13
8	12.1.1.3	Kuvvetleri Gösterelim	15
9	12.1.1.3	Çembersel Hareket	17
10	12.1.1.4	Önce Güvenlik	18
11	12.1.1.4	Hızın da Bir Sınırı Var!	19
12	12.1.1.4	Dönüşler Problem Olmasın	21
13	12.1.1.4	Dönemeçli Yollar	23
14	12.1.2.1	Cismin Her Noktası Farklı Hareket Edebilir mi?	25
15	12.1.2.1	Bir Sistemdeki Farklı Cisimlerin Hareketi	26
16	12.1.2.1	Yaşamda Hareket	27
17	12.1.2.2	Eylemeyen Moment	29
18	12.1.2.2	Günlük Hayatta Eylemsizlik Momenti	31
19	12.1.2.2	Dönen Platform	33
20	12.1.2.3	Dönerek İlerleme	35
21	12.1.2.3	Yuvarlanma Hareketi	37
22	12.1.2.3	Branş Seçimi	39
23	12.1.3.1	Dönen Cisim ve Açısız Momentum	40
24	12.1.3.1	Atomdan Galaksilere Açısız Momentum	41
25	12.1.3.2	Açısız ve Çizgisel Momentum	43
26	12.1.3.2	7. Vites	45
27	12.1.3.2	Bir Nokta Etrafında Dönelim	47
28	12.1.3.3	SoloTürk	49
29	12.1.3.3	Dönen Cisimlerin Dengesi	51
30	12.1.3.3	Açısız Momentum ve Torkun Etkisi	53
31	12.1.3.4	Döner Sandalye	54
32	12.1.3.4	Hayatımızda Açısız Momentum	55
33	12.1.3.4	Sportif Momentum	57
34	12.1.4.1	Bildiğimiz Tek Evrensel Yasa	59
35	12.1.4.1	Görmediğini Bilmek!	61
36	12.1.4.1	Kütle Çekim Kuvveti	63
37	12.1.4.2	Bir Aradayız	64
38	12.1.4.2	Kütle Çekim İvmesi	65
39	12.1.4.2	Her Kütlelerin Kütle Çekim Alanı	66

Etkinlik No.	Kazanım No.	Etkinlik Adı	Sayfa No.
40	12.1.4.3	3D Çekim	67
41	12.1.4.3	Azmin Yolculuğu	68
42	12.1.5.1	Kepler'in Gezegenel Hareket Yasaları	69
43	12.1.5.1	Kepler'i Nasıl Anlarız?	71
44	12.1.5.1	Bilgi Mirası	73
2. ÜNİTE			
45	12.2.1.1	Gölgen Benden Farklı mı?	74
46	12.2.1.1	Akrabalık Bağları	75
47	12.2.1.2	Balon Sarkaç	77
48	12.2.1.2	Harmonik Hareket ve Konum	79
49	12.2.1.3	Yayda Basit Harmonik Hareket	81
50	12.2.1.3	Yatay Düzlemde Titreştirilen Yay	82
51	12.2.1.3	Uzayda Basit Harmonik Hareket	83
52	12.2.1.4	Yay Sarkacı ve Basit Sarkaç	85
53	12.2.1.4	Sarkaçların Hareketini Yorumluyorum	87
54	12.2.1.5	Sarkacın Kâğıtta Bıraktığı İz	88
55	12.2.1.5	Sarkacın Periyodu Nelere Bağlıdır?	89
3. ÜNİTE			
56	12.3.1.1	Su Dalgasının Kırınımı	91
57	12.3.1.1	Kırınım Olayları	93
58	12.3.1.2	Desene Bak	94
59	12.3.1.2	Su Dalgalarında Girişim	95
60	12.3.1.3	Renkleri Değiştir Perdedeki Girişimi Gör	97
61	12.3.1.3	Çift Yarıık Deneyinde Işığın Deseni	99
62	12.3.1.4	Tek Yarıık Çok Şaşıık	101
63	12.3.1.4	Işığın Kırınımı	102
64	12.3.1.5	Desen Oluştur	103
65	12.3.1.5	Dalga mıyım, Tanecik mi?	104
66	12.3.1.6	Neden Farklı	105
67	12.3.1.6	Doppler Olayı	107
68	12.3.2.1	Şemayı Panoya İşinla	109
69	12.3.2.1	Ben Nerede Yanlış Yaptım?	110
70	12.3.2.2	Elektromanyetik Dalgaları Tanıyalım	111
71	12.3.2.2	Elektromanyetik Dalgalar	113
4. ÜNİTE			
72	12.4.1.1	Gerçekte Ne Oluyor?	115
73	12.4.1.1	Rutherford Saçılması	117
74	12.4.1.2	Uyanık Atom	119
75	12.4.1.2	Nasıl Uyarıldı?	120
76	12.4.1.3	Sunuma Hazırlık	121
77	12.4.1.3	Kuantum Dünyası	122
78	12.4.2.1	Evren Nasıl Oluştı?	123
79	12.4.2.1	Evrenin Oluşumu	125
80	12.4.2.2	Standart Model ve Kâşifleri	127

ETKİNLİKLER LİSTESİ

Etkinlik No.	Kazanım No.	Etkinlik Adı	Sayfa No.
81	12.4.2.2	En Küçük Kim?	129
82	12.4.2.3	Maddeyi Tanıyalım	131
83	12.4.2.3	İçinde Ne Var?	133
84	12.4.2.4	Rapor	134
85	12.4.2.4	Küreler	135
86	12.4.3.1	Bitecek mi?	137
87	12.4.3.1	Kararlı mı, Kararsız mı?	139
88	12.4.3.2	Çekirdek Nasıl Işıma Yapar?	141
89	12.4.3.2	Çekirdek Bozunuyor	143
90	12.4.3.3	Güç Bende Artık!	144
91	12.4.3.3	Nükleer Hakkında Düşüncelerim	145
92	12.4.3.4	Radyasyon Hayatımızın Parçasıdır	146
93	12.4.3.4	Radyasyonu Doğru Kullanalım	147
5. ÜNİTE			
94	12.5.1.1	Başarısızlıktan Çıkan Başarı	148
95	12.5.1.1	Michelson-Morley Deneyinin Analizi	149
96	12.5.1.2	Işık Hızı Herkes İçin Aynı mı?	150
97	12.5.1.2	Her Şey Görelî midir?	151
98	12.5.1.3	Gözlemci Farkı	153
99	12.5.1.3	Uzaydan Mesaj Var	155
100	12.5.1.4	Enerji, Kütle ve Sonrası	157
101	12.5.1.4	Zircirleme Tepkimeler	159
102	12.5.2.1	Münazara Grupları	161
103	12.5.2.1	Siyah Cisim	163
104	12.5.3.1	Foton Nedir?	164
105	12.5.3.1	Fotonu Anlıyorum	165
106	12.5.3.2	Fotoelektrik	166
107	12.5.3.2	Metale Düşen Işık	167
108	12.5.3.3	Enerji Grafiğim	169
109	12.5.3.3	Enerji-Frekans Grafiğim	171
110	12.5.3.4	Fotoelektron Enerjisi	173
111	12.5.3.4	Fotoelektrik Hareketi	174
112	12.5.3.5	Fotoelektrik Uygulamaları	175
113	12.5.3.5	Fotoelektrik Hayat	176
114	12.5.3.6	Üç Kapı Üç Renk	177
115	12.5.3.6	Sek Sek Oyunu	179
116	12.5.4.1	Compton Saçılması	181
117	12.5.4.1	Işığın Gücü	183
118	12.5.4.2	Sen Bir Taneciksin	184
119	12.5.4.2	Işığın Diğer Yüzü	185
120	12.5.4.3	Işık Dalgacık mı Yoksa Tanecik mi?	186

Etkinlik No.	Kazanım No.	Etkinlik Adı	Sayfa No.
121	12.5.4.3	Nesin Sen?	187
122	12.5.4.4	Maddesel Parçacık	188
123	12.5.4.4	Madde Dalgaları	189
6. ÜNİTE			
124	12.6.1.1	Cihazınızın Ayarları İle Oynayınız	190
125	12.6.1.1	Görüntüleme Teknolojileri	191
126	12.6.1.2	LCD ve Plazma Ekranları Tanıyorum	193
127	12.6.1.2	LCD mi Plazma mı?	194
128	12.6.2.1	İletken mi, Yalıtkan mı?	195
129	12.6.2.1	Hadi Katkılayalım	196
130	12.6.2.2	Kumdan Gelen Teknoloji	197
131	12.6.2.2	Diyot ve Transistörü Tanıyorum	198
132	12.6.2.3	Led Teknolojileri	199
133	12.6.2.3	Led'lerin Kullanım Alanları	200
134	12.6.2.4	Güneş Enerjisi	201
135	12.6.2.4	Güneş Pilleri	202
136	12.6.2.5	Güneş Pili Yapalım	203
137	12.6.2.5	Kaybedilen Güneş Enerjisini Ülke Ekonomisine Kazandırıyorum	204
138	12.6.3.1	Çok İyiyim	205
139	12.6.3.1	Süper Madde	206
140	12.6.3.2	Sen de Olmasan	207
141	12.6.3.2	Kayıpsız Enerji Mümkün mü?	209
142	12.6.4.1	Geleceğin Teknolojisi	211
143	12.6.4.1	Nano Dünya	213
144	12.6.4.2	Nano Araba Yarışı	214
145	12.6.4.2	Nano Güzellik	215
146	12.6.4.3	Standart Model ve Kâşifleri	216
147	12.6.4.3	Küçük Şeyler	217
148	12.6.5.1	Laserin Çalışma Prensibi	219
149	12.6.5.1	Laser Işınları	220
150	12.6.5.2	Laser ve Gelişen Dünya	221
151	12.6.5.2	Laser'li Medeniyet	222



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.1: Düzgün çembersel hareketi açıklar.

a) Periyot, frekans, çizgisel hız ve açısal hız, merkezci ivme kavramları verilir.

Genel Beceriler: --

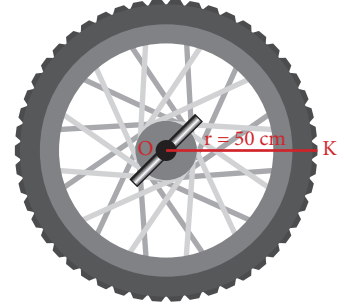
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNME HAREKETİNİN ŞİFRELERİ	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel hareketin bağlı olduğu değişkenleri açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Yandaki şekilde verilen bisiklet tekerleği, 50 cm yarıçapında olup O noktasından geçen ve sürtünmesi önemsenmeyen mil etrafında dakikada 120 devir yapmaktadır. Şekli inceleyerek soruları cevaplayınız. ($\pi = 3$ alınız.)

- ① Tekerleğin periyodunu ve frekansını hesaplayınız. Tekerleğin periyodu ile frekansının çarpımı ile elde ettiğiniz sonucu yorumlayarak periyot ile frekans arasındaki ilişkinin matematiksel modelini yazınız.



- ② Tekerlek üzerindeki K noktasının çizgisel hızını m/s cinsinden hesaplayınız.

- ③ Tekerleğin açısal hızını rad/s cinsinden hesaplayınız.

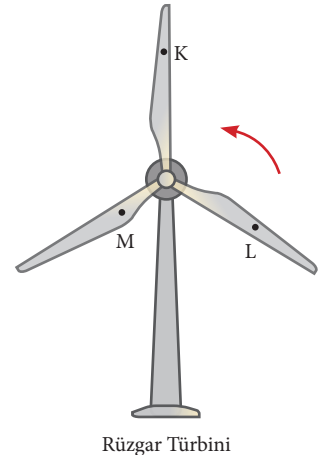
- ④ Tekerleğin üzerindeki K noktasının merkezci ivmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

2. Yönerge

Yandaki şekilde verilen rüzgâr türbini düzgün çembersel hareket yapmaktadır. Rüzgâr türbini üzerindeki K, L ve M noktalarının dönme eksenine olan uzaklıkları arasındaki büyüklük ilişkisi $r_K > r_L > r_M$ 'dir. Şekilden hareketle soruları cevaplayınız.

- ① K, L ve M noktalarının açısal hızlarını, çizgisel hız büyüklüklerini ve merkezci ivmelerinin büyüklüğünü karşılaştırınız.

- ② Eş merkezli sistemler üzerinde bulunan noktaların T periyot, f frekans, $\mathcal{V}$ çizgisel hız ve ω açısal hız büyüklüklerini inceleyerek yorumlayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

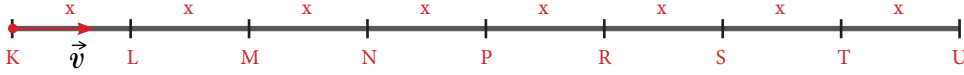
Kazanım 12.1.1.1: Düzgün çembersel hareketi açıklar.

b) Öğrencilerin düzgün çembersel harekette çizgisel hız vektörünü çember üzerinde iki farklı noktada çizerek merkezil ivmenin şiddetini bulmaları ve yönünü göstermeleri sağlanır. Çizgisel ivme kavramına girilmez.

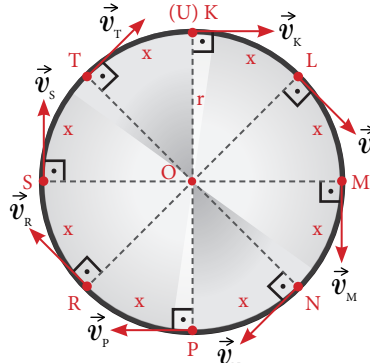
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	HIZ DEĞİŞİYOR MU?	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel harekette merkezil ivmeyi bularak yönünü gösterebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge**Aşağıda verilen açıklamalar ve şekillerden yararlanarak soruları cevaplayınız.**Bir cisim, Şekil I'deki gibi noktalar arası uzunluğu x olan doğrusal yolda sabit $\vec{v}$ hızıyla hareket etmektedir.

Şekil I

Bu doğrusal yolun K ve U uçları birleştirilerek Şekil II'deki gibi O merkezli, r yarıçaplı çembersel yörünge elde edilmiştir.

Şekil II

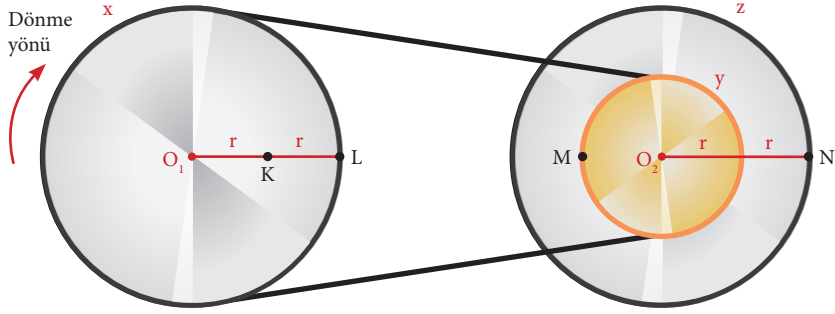
- ① Şekil I ve Şekil II'de verilen durumlara göre cismin K, M ve P noktalarındaki hızlarını karşılaştırınız.

- ② Şekil II'de cismin K noktasından L noktasına gelmesi durumunda hız değişimini ve yer değiştirmesini çizerek gösteriniz. Yaptığınız çizimlerden yararlanarak cismin merkezil ivmesini veren bağıntıyı bulunuz.

- ③ Cisim P noktasında iken sahip olduğu hız, ivme ve yarıçap vektörünün yönlerini gösteriniz.

2. Yönerge

Aşağıdaki şekilde verilen x , y ve z kasnakları O_1 ve O_2 merkezlerinden geçen eksenler etrafında serbestçe dönmektedirler. Kasnakların yarıçapları sırasıyla $2r$, r ve $2r$ olup y ve z kasnakları eş merkezlidir. K ve L noktaları x kasnağı, M noktası y kasnağı, N noktası ise z kasnağı üzerindedir. x kasnağı ok yönünde döndürülmektedir. Şekli inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.



- ① K, L, M ve N noktalarının çizgisel ve açısal hızlarının büyüklüklerini karşılaştırınız.

- ② K ve N noktalarının merkezci ivmelerinin büyüklükleri sırasıyla a_K ve a_N olduğuna göre $\frac{a_K}{a_N}$ oranını hesaplayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.1: Düzgün çembersel hareketi açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	HELİKOPTER PERVANESİ	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel hareketin temel değişkenlerini tanımlayarak hesaplayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle her bir bölümdeki soruları cevaplayınız.

Bir helikopterin üst pervanesinin her bir parçasının uzunluğu 5 metredir. Helikopterin havalanabilmesi için üst pervanesinin dakikada 300 defa dönmesi gerekmektedir. Helikopterin uçabilmesi için pervanesinin en küçük devir sayısı dikkate alınmıştır. ($\pi = 3$ alınız.)



Helikopter

1. Bölüm: TANIMLAYALIM

- ① Pervanenin 2π radyan dönmesi için geçen süre ve kanatlarından birinin 1 saniyede dönme sayısı hangi fiziksel büyüklüğü ifade eder?

- ② Pervanenin kanatlarından birinin 1 saniyede taradığı açının değeri hangi fiziksel büyüklüğü ifade eder?

- ③ Pervanenin durgun halinden helikopterin uçmaya başlamasına kadar meydana gelen birim zamandaki açısal hız değişimi hangi fiziksel büyüklüğü ifade eder?

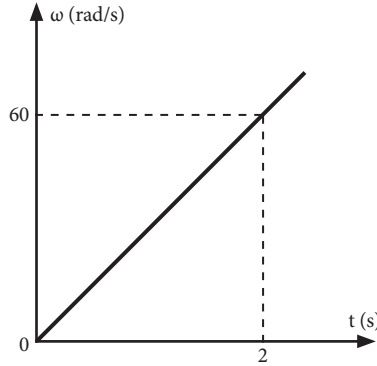


2. Bölüm: HESAPLAYALIM

- ① Pervanenin periyot ve frekansını hesaplayınız?

- ② Pervanenin açısal hız ve dönme merkezine göre en uç noktasının çizgisel hızının büyüklüğünü hesaplayınız?

- ③ Pervanenin dönme hareketine ait açısal hızın zamanla değişimine ait grafik aşağıda verilmiştir. Buna göre açısal ivmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.2: Düzgün çembersel harekette merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Verileri Toplama, İşleme, Yorumlama ve Sonuç Çıkarma Becerisi

Etkinlik İsmi	MERKEZCİL KUVVET NELERE BAĞLIDIR?	 20 dk.
Amacı	Merkezcil kuvvetin bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.	Bireysel

1. Yönerge *"Merkezcil Kuvvet Diyagramı" adlı simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.*

- Aşağıda verilen bağlantıdaki simülasyonu açınız.
<https://f.eba.gov.tr/fiziksimulasyon/12.1.1/MerkezcilKuvvet.html>
- Yarıçap değerini 1 m, hız değerini 1 m/s ve kütle değerini de 1 kg olarak sabitleyiniz. Bundan sonraki adımlarda yalnızca sizden istenen değerleri değiştiriniz. Her bir yörüngede sistemin değerlerini başlangıç ayarlarına getiriniz.
- Kütle değerini sırasıyla 2 kg, 4 kg ve 8 kg olarak ayarlayınız ve merkezci kuvvet değerini Tablo 1'e not ediniz.

Tablo 1

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
2	1	1	
4	1	1	
8	1	1	

- Yarıçap değerini sırasıyla 1 m, 2 m ve 4 m olarak ayarlayınız ve merkezci kuvvet değerini Tablo 2'ye not ediniz.

Tablo 2

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
1	1	1	
1	2	1	
1	4	1	

- Hız değerini sırasıyla 1 m/s, 2 m/s ve 3 m/s olarak ayarlayınız ve merkezci kuvvet değerini Tablo 3'e not ediniz.

Tablo 3

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
1	1	1	
1	1	2	
1	1	3	

2. Yönerge *Oluşturduğunuz tablolardan yararlanarak merkezcil kuvvet değerinin kütle, hız ve yarıçapa bağlı değişim grafiklerini çiziniz.*

3. Yönerge Çizdiğiniz grafiklerden yola çıkarak merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.2: Düzgün çembersel harekette merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

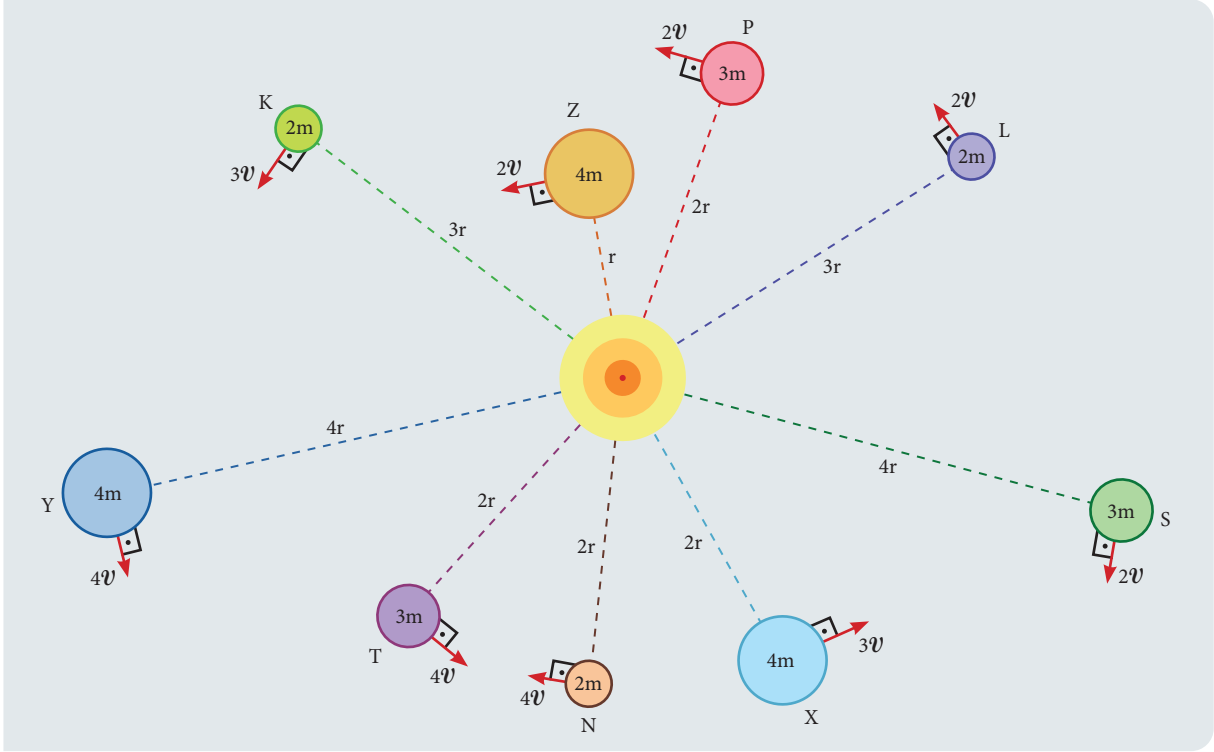
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	EŞİT MERKEZCİL KUVVETLER	🕒 15 dk.
Amacı	Merkezcil kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen şekilde her biri diğerlerinden bağımsız biçimde çembersel yörüngede sabit büyüklükte hızlarla hareket eden cisimlere ait hız, kütle ve yarıçap değerleri verilmiştir. Şekilden yararlanarak soruları cevaplayınız.



- 1 a) Cisimleri birer özellikleri farklı olacak şekilde ikili gruplar hâlinde eşleştiriniz. Sahip oldukları niceliklerin büyüklüklerine ait verileri aşağıda verilen tabloya yazınız.

İkili grup	Eşit olan büyüklükler*	Farklı olan büyüklük*

*Kütle, hız, yarıçap biçiminde yazınız.

- b) Tabloda belirttiğiniz özellikleri kullanarak ikili gruplardaki cisimlere ait merkezci kuvvetleri karşılaştırınız.

- 2 Şekilde verilen sistemdeki tüm cisimlerin merkezci kuvvet değerlerini ayrı ayrı hesaplayınız.

- 3 Merkezci kuvvetleri birbirine eşit olan cisimleri tespit ediniz.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.2: Düzgün çembersel harekette merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

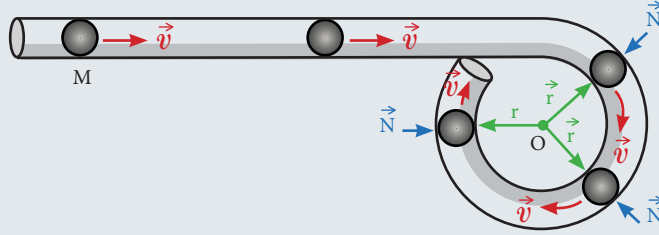
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	MERKEZCİL KUVVET KİM?	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel harekette merkezci kuvveti hesaplayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Cisimlerin bulunduğu sistemlerde cisme etki eden kuvvetleri araştırarak not alınız. Aşağıdaki metni okuyarak ve yaptığınız araştırmaları da dikkate alarak soruları cevaplayınız.

Sürtünmesiz yatay düzlemdeki iç boş saydam borunun içerisinde doğrusal yörüngede sabit hız ile hareket eden m kütleli bir cismin yörüngesi değişmez. Ancak cisim, şekildeki gibi r yarıçaplı çembersel yörüngeye geldiğinde eğrisel yüzeyin gösterdiği tepki kuvvetinin etkisi ile hızın yönünü ve doğrultusunu sürekli değiştirir. Bu durumda çembersel yörüngede seçilen iki nokta arasında hız değişir ve bu değişim cismin ivmeli hareket etmesine neden olur. Düzgün çembersel harekette bu ivme merkezci ivme olarak adlandırılır.



Newton'ın ikinci hareket yasasına göre çembersel hareketi oluşturan kuvvet, yüzeyin $\vec{N}$ tepki kuvveti olup yönü sürekli çembersel yörüngenin merkezine yöneliktir. Bu nedenle çembersel hareketi oluşturan bu kuvvete merkezci kuvvet denir.

Merkezci kuvvet, $F = m \cdot a$ modelinden yararlanılarak $F_M = m \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ bulunur.

- Yaptığınız araştırmalara göre hangi kuvvetler düzgün çembersel hareket oluşturur?

- Şekildeki çembersel yörüngenin yarıçapı arttırılırsa tepki kuvveti nasıl değişir?

- Cismin hızı değiştirilmeden kütlelerinin arttırılması merkezci kuvveti ve merkezci ivme büyüklüklerini nasıl değiştirir? Açıklayınız.

- Cismin yalnız hızı arttırıldığında merkezci kuvvet nasıl değişir? Açıklayınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.2: Düzgün çembersel harekette merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNEN CİSİMLER	⌚ 15 dk.
Amacı	Merkezci kuvvetin bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

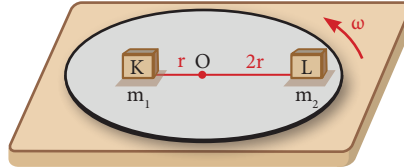
Nuran ile Serdar, aşağıdaki şekildeki gibi ℓ ve 2ℓ uzunluğundaki iplerin uçlarına $2m$ ve m kütleli cisimleri bağlayarak $\vec{v}$ çizgisel hızı ile yatay düzlemde düzgün çembersel hareket yapmalarını sağlıyorlar. Şekli inceleyerek aşağıdaki soruyu cevaplayınız.



- ① $2m$ ve m kütlelerine etki eden merkezci kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla F_{2m} ve F_m olduğuna göre $\frac{F_{2m}}{F_m}$ oranı kaçtır?

2. Yönerge

Aşağıda verilen şekilde yatay düzlemde ve O noktası etrafında dönmekte olan diskin üzerinde bulunan m_1 ve m_2 kütleli K ve L cisimleri sırasıyla r ve $2r$ yarıçaplı yörüngede kaymadan sabit ω hızıyla dönmektedir. Şekli inceleyerek soruları cevaplayınız.

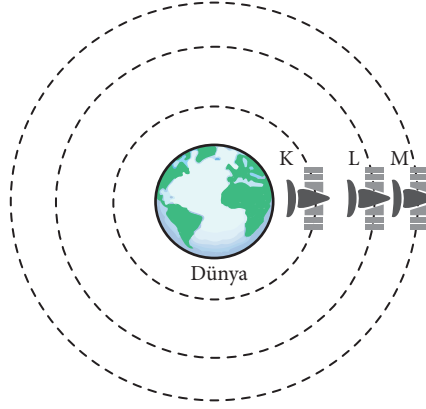


- ① K ve L cisimlerine etki eden merkezci kuvvetler eşit büyüklükte ise cisimlerin kütleleri oranı $\frac{m_1}{m_2}$ 'nin kaç olduğunu bulunuz.

- ② K ve L cisimleri ile disk yüzeyi arasındaki sürtünme katsayıları arasındaki büyüklük ilişkisini bulunuz. (g , yer çekimi ivmesidir.)

3. Yönerge

Aşağıda verilen şekilde Dünya etrafında dolanan K, L ve M haberleşme uyduları belirtilen yörüngelerde düzgün çembersel hareket yapmaktadırlar.



Uydulara etki eden merkezci kuvvetlerin büyüklükleri eşit ise uyduların kütleleri m_K , m_L ve m_M arasındaki büyüklük ilişkisini bulunuz. (Uydular arasındaki kütle çekim kuvveti ihmal edilmiştir.)



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.3: Düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin hareketini analiz eder.

a) Yatay ve düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan cisimlere ait serbest cisim diyagramlarının çizilmesi sağlanır.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi, Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KUVVETLERİ GÖSTERELİM	🕒 15 dk.
Amacı	Günlük hayatta düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin üzerine etki eden kuvvetleri gösterebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge**EBA'ya kullanıcı girişi yaparak aşağıda verilen bağlantıdan yatay ve düşey düzlemde düzgün doğrusal hareket ile ilgili olan infografiği inceleyiniz.**
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.797/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=176b6ff1f24333bef2e3dd48718b9c59&resourceTypeID=3&loc=0&showCurriculumPath=false
2. Yönerge**Aşağıdaki metinden ve incelediğiniz infografikten yararlanarak soruları cevaplayınız.**

Günlük yaşamda cisimlerin farklı düzlemlerde yaptığı düzgün çembersel hareketler gözlemlenmektedir. Bunlara belirli bir yörüngede hareket eden Ay ve benzeri gök cisimleri, gemilerdeki pervaneler, saatlerdeki akrep ve yelkovan, lunaparklardaki dönme dolap gibi örnekler verilebilir. Düzgün çembersel hareketin özelliklerini ve etkilerini incelemek için cismin üzerine etki eden kuvvetlerin bilinmesi gerekir. Cismin üzerine etki eden kuvvetleri göstermek için serbest cisim diyagramı kullanılır.

- ① Aşağıdaki tabloda düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin bulunduğu düzenekler verilmiştir. Bu cisimlerin serbest cisim diyagramlarını üzerinde çiziniz.

Düzenek	Serbest Cisim Diyagramı
(Eğimli yolda sürtünmeleri ihmal ediniz.)	



- ② Çevrenizde düzgün çembersel hareket yapan cisimleri tespit ediniz ve bu cisimlerin serbest cisim diyagramlarını çizerek sınıf ortamında tartışınız.



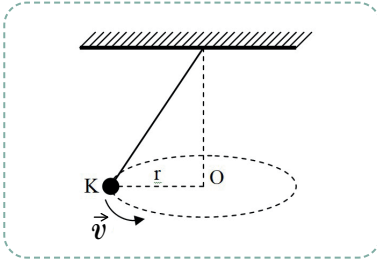
1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.1.3: Düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin hareketini analiz eder.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Sayı - Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

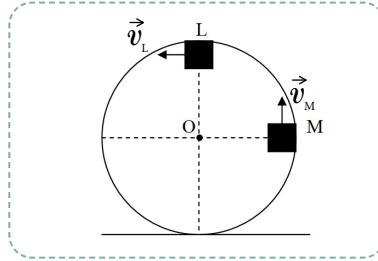
Etkinlik İsmi	ÇEMBERSSEL HAREKET	⌚ 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel hareket yapan cisimlerin hareketini günlük hayat örnekleri ile ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

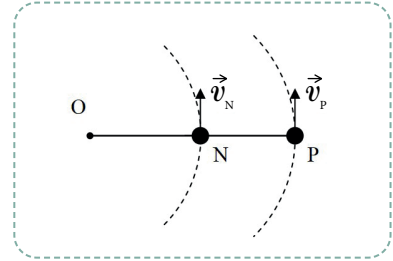
Aşağıdaki görsellerde sürtünmelerin ihmal edildiği düzlemlerde çembersel hareket yapan cisimlerin şematik çizimleri verilmiştir. Bu cisimlerin verilen konumlardan geçerken serbest cisim diyagramlarını şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Görsel I: Sürtünmesiz yatay düzlemde dönen m kütleli cisim



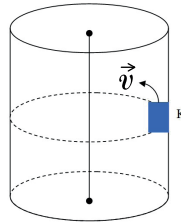
Görsel II: Düşey düzlemde ray üzerinde çembersel hareket yapan m kütleli cisimler



Görsel III: Yatay düzlemde çembersel hareket yapan birbirine ipe bağlı m kütleli cisimler

2. Yönerge

Sürtünme katsayısı $k = 0,2$, yarıçapı $r = 0,5$ m olan bir silindirde m kütleli cisim Şekil IV'teki gibi düşmeden dönebildiğine göre aşağıdaki sorularda verilen hesaplamaları yapınız. ($g = 10$ m/s² ve $\pi = 3$ alınız.)



Görsel IV: Silindir yüzeyinde çembersel hareket yapan cisim

- ① Cismin çizgisel hızının en küçük değerini hesaplayınız.

- ② Cismin açısal hızını hesaplayınız.

- ③ Merkezci ivmenin büyüklüğünü hesaplayınız.

3. Yönerge

Kan tahlili için alınan kanın konulduğu Şekil V'teki gibi tüpler Şekil VI'daki santrifüj cihazına yerleştirilir ve tüpler yatay düzlemde döndürülür. Santrifüj cihazında tüplerin dikey konumda değil de eğimli yerleştirilmesinden yola çıkarak kanın içindeki hücrelerin tüpün dibinde, serum kısmının ise tüpün üst kısmında toplanmasının nedenini açıklayınız



Görsel V: Kan alma tüpü



Görsel VI: Santrifüj cihazı





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.4: Yatay, düşey, eğimli zeminlerde araçların emniyetli dönüş şartları ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	ÖNCE GÜVENLİK	🕒 20 dk.
Amacı	Araçların emniyetli dönüş şartları ile ilgili hesaplamalar yapabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1) Şehirler arası çift yönlü kara yollarında otomobillerin sürat sınırı 90 km/h olarak belirlenmiştir. Yol ile araç lastikleri arasındaki sürtünme katsayısının $k = 0,5$ olduğu yatay virajlı yolda kütlesi m olan otomobilin güvenli bir şekilde hareketine devam edebilmesi için yatay virajın yarıçapı en az kaç metre olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınır.)

- 2) Yol ile araç lastikleri arasındaki sürtünme katsayısının $k = 0,5$ olduğu aynı yolda, kütlesi bir otomobilin 3 katına eşit olan kamyonun yatay virajı 90 km/h süratle emniyetli şekilde dönebilmesi için yatay virajın yarıçapı en az kaç metre olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınır.)

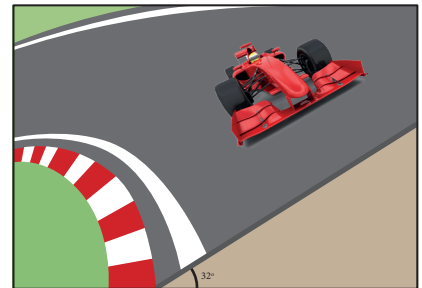
- 3) Yandaki görselde lunaparklarda kullanılan bir hız treni verilmiştir. Kütlesi 10m olan trene toplam kütleleri m olan 10 kişi binmesi durumunda görselde verilen ve yarıçapı 22,5 m olan, düşey düzlemdeki rayı emniyetli şekilde dönebilmesi için hız treninin hızı en az kaç m/s olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınır.)



Görsel: Hız treni

- 4) Aynı hız trenine toplam kütleleri 2m olan 20 kişinin binmesi durumunda görseldeki rayın emniyetli şekilde dönebilmesi için trenin hızı en az kaç m/s olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınır.)

- 5) Formula 1 yarışlarında araçlar 375 km/h sürata ulaşabilmektedir. Yarış esnasında araçların virajları böyle yüksek hızlarla dönebilmesi için pistlerin bazı yerleri eğimli yapılmaktadır. Yandaki görselde verilen 100 m yarıçaplı viraja da 32° lik eğim verilmiştir. Sürtünmelerin ihmal edildiği eğik düzlemdeki aracın bu virajı emniyetli şekilde dönebilmesi için sürati en fazla kaç km/h olmalıdır? ($\tan 32^\circ = 0,625$ ve $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınır.)



Görsel: Virajlı yol



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.4: Yatay, düşey, eğimli zeminlerde araçların emniyetli dönüş şartları ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

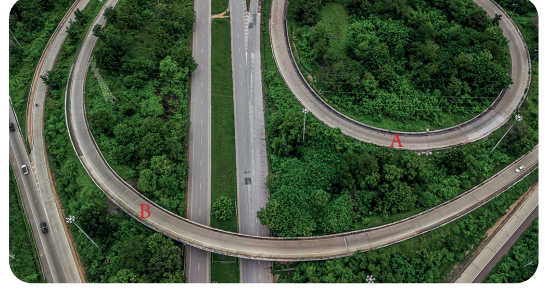
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi, Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	HIZIN DA BİR SINIRI VAR!	🕒 10 dk.
Amacı	Araçların emniyetli dönüş şartlarını hız sınırı ile ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- 1 Yandaki görselde verilen kara yolunun her yerinde sürtünme katsayısı aynıdır. A ve B ile gösterilen bağlantı yollarında ilerleyen araçların virajları güvenle dönebilmeleri için uymaları gereken hız sınırları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir? Açıklayınız.



- 2 Kar yağması veya yolun buz tutması gibi durumlar, araçlar ile yol arasındaki sürtünme katsayısının daha küçük değerde olmasına neden olmaktadır.

Yandaki görselde verilen kara yolundaki virajı güvenle dönmek isteyen araçların yazın kuru, kışın buzlu zeminde uymaları gereken hız sınırları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir? Açıklayınız.



- 3 Ağırlığı, en ağır otomobilin ağırlığının 10 katından fazla olan, yandaki görselde verilen kamyonun bulunduğu yatay virajı güvenle dönebilmesi için hızının büyüklüğü en fazla v olması gerekmektedir. Kamyonla aynı şeritte hareket eden otomobillerin virajı güvenle dönebilmesi için hızlarının büyüklüğü en fazla kaç v olmalıdır? Açıklayınız. (Yol ve lastikler arasındaki sürtünme katsayıları eşit, virajın yarıçapı sabittir.)



- 4 Bisiklet yarışları velodrom adı verilen ve oval şekilde tasarlanmış pistlerde yapılır. Pistlerin dönüş kısımları yanda verilen görseldeki gibi eğimli olarak inşa edilir. Bu pistlerde sporcular, vites ve fren mekanizmaları olmayan özel bisikletler ile yarışırlar.

Velodromların eğimli yapılmasının sebebi ne olabilir? Açıklayınız.





- 5) Araçların virajlı yollarda güvenle dönebilmeleri için uymaları gereken hız sınırını etkileyen faktörleri ve hız sınırının aşılması durumunda oluşacak sonuçları açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.4: Yatay, düşey, eğimli zeminlerde araçların emniyetli dönüş şartları ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNÜŞLER PROBLEM OLMASIN	🕒 10 dk.
Amacı	Cisimlerin yatay, düşey ve eğimli zeminlerdeki dönüş hareketlerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

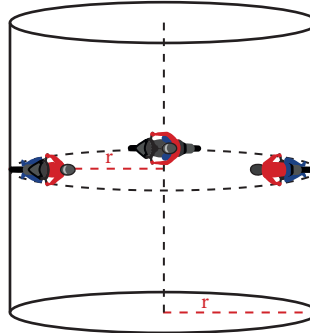
- ① Aşağıdaki görselde sürtünme katsayısının $k = \frac{1}{18}$ olduğu yatay bir virajda yol alan aracın sürat göstergesi verilmiştir.



Gösterge 60 km/h gösterdiğine ve araç emniyetli bir şekilde virajı döndüğüne göre virajın yarıçapı en az kaç m'dir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

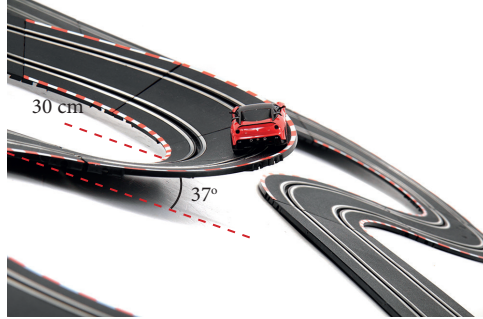
- ② İki şehir arasında yapılması planlanan bir otobanda araçların en fazla 108 km/h süratle yol alabilecekleri öngörülmüştür. Otobanda en fazla 900 m yarıçaplı bir yatay viraj yapılabildiğine göre virajdaki sürtünme katsayısının değeri nedir? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

- ③ Motosikletli bir akrobat silindirik bir boşluğun düşey duvarında, r yarıçaplı yörüngede şekildeki gibi düşmeden sabit süratle dönmektedir. Motosikletin akrobat dâhil toplam kütlesi m , açısal sürati ω ve silindirin duvarı ile arasındaki sürtünme katsayısı k 'dir.



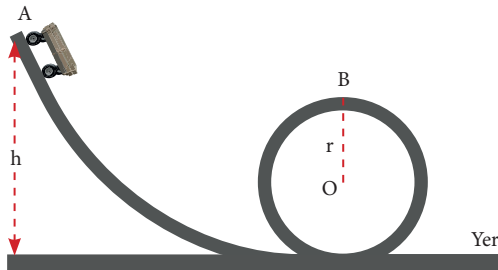
Akrobatın düşmeden gösteri yapabilme şartına ait bir matematiksel model çıkarınız. (g yer çekim ivmesi)

- 4) Uzaktan kumanda ile çalışan ya da çizgi izleyen robot şeklinde programlanan oyuncak arabalar ile gösteri ve yarışmalar düzenlenmektedir. Görseldeki bu amaçla oluşturulmuş yarış pistinin çember şeklindeki kısmının yarıçapı 30 cm ve yatay düzlemle yaptığı açı 37° 'dir.



Sürtünmelerin ihmal edildiği eğimli virajdaki oyuncak araba virajı savrulmadan dönebildiğine göre süratinin en büyük değeri kaç m/s olur? ($\sin 37^\circ = 0,6$, $\cos 37^\circ = 0,8$ ve $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

- 5) Şekildeki raylı sistemin A noktasından serbest bırakılan oyuncak vagon, O merkezli çemberin B noktasına gelene kadar başlangıçtaki enerjisinin %10'unu sürtünmeye harcamıştır.



Vagonun yolun çember şeklindeki kısmını düşmeden tamamlayabilmesi için A noktasının yerden yüksekliği (h), çemberin yarıçapının (r) en az kaç katı olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.1.4: Yatay, düşey, eğimli zeminlerde araçların emniyetli dönüş şartları ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNEMEÇLİ YOLLAR	🕒 20 dk.
Amacı	Virajlardan emniyetli dönüş için hız sınırının önemini anlayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda verilen metinde yatay, düşey ve eğimli virajda harekete ait bilgiler verilmiştir. Metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Araçla giderken virajlı yollarla karşılaşmaktadır. Özellikle virajlı yollara yaklaşıırken trafik levhalarına rastlanılmaktadır. Sürücüler bu virajı güvenle dönebilmek için sürati uygun hale getirmek durumundadır. Virajdan dönülürken belirtilenden daha süratli bir şekilde geçilirse araç savrulur ve kazaya sebep olabilir. Yatay virajda hareket, düşey virajda hareket ve eğimli virajda hareket olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

**Yatay virajda hareket**

$$F_{\text{sürtünme}} \geq F_{\text{merkezcil}}$$

$$k \cdot m \cdot g \geq m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v \leq \sqrt{k \cdot g \cdot r}$$

**Düşey virajda hareket**

$$F_{\text{merkezcil}} = m \cdot g$$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot g$$

$$v = \sqrt{g \cdot r}$$

**Sürtünmelerin ihmal edildiği eğimli virajda hareket**

$$N_x = N \cdot \sin \alpha = F_{\text{merkezcil}}$$

$$N_y = N \cdot \cos \alpha = m \cdot g$$

İki denklem oranlanırsa;

$$\frac{N \cdot \sin \alpha}{N \cdot \cos \alpha} = \frac{F_{\text{merkezcil}}}{m \cdot g}$$

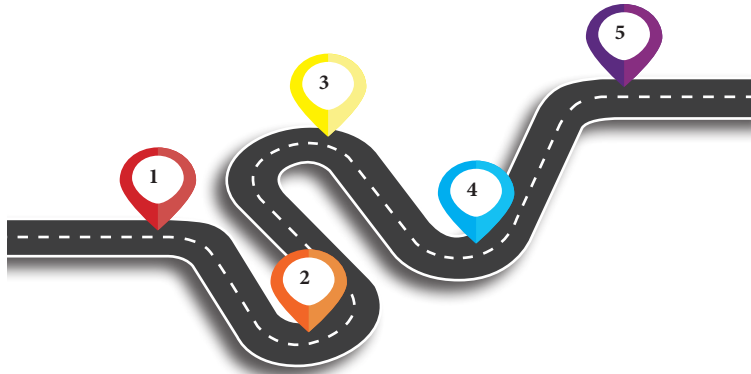
$$\tan \alpha = \frac{F_{\text{merkezcil}}}{m \cdot g}$$

$$F_{\text{merkezcil}} = m \cdot g \cdot \tan \alpha$$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot g \cdot \tan \alpha$$

$$v = \sqrt{g \cdot r \cdot \tan \alpha}$$

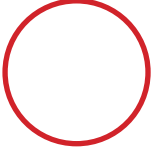
- ① Aşağıdaki görselde numaralandırılan farklı yönlerde dönen virajlı yollar verilmiştir. Buna göre:



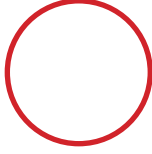


- a) Şekildeki yatay virajlı yolda numaralandırılan her bir viraj için eğrilik yarıçapları sırasıyla $r_1 = 200$ m, $r_2 = 50$ m, $r_3 = 50$ m, $r_4 = 32$ m ve $r_5 = 200$ m olarak belirtilmiştir. Sürtünme katsayısı 0,8 olan yolda aracın her bir virajdan güvenle dönebilmesi için hız tabelasında yazması gereken hızları aşağıdaki kutucuklara yazınız. ($g = 10$ m/s² alınız.)

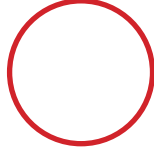
1. viraj



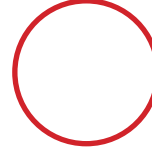
2. viraj



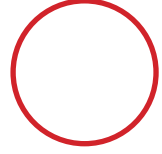
3. viraj



4. viraj



5. viraj



- b) Aracın hızı sabit ve 35 m/s olsaydı hangi virajlardan savrulmadan güvenle dönebilirdi? Açıklayınız.

2. Yönerge

Aşağıdaki metin ve tablodan yararlanarak soruları cevaplayınız.

Zeynep ailesi ile birlikte arabayla Mersin'den Antalya'ya tatil için yola çıkmıştır. Virajdan geçerken aracın içinde kendisinin arabanın döndüğü yönün tersine doğru hareket ettiğini fark eder. Bunun üzerine yol boyunca bunun nedeni düşünmeye başlar ve diğer araçları da gözlemler. Viraja girerken belirtilen hız tabelasının tüm araçlar için aynı olduğunu fark eder. Bu konu ile ilgili olarak "Virajlardan güvenli dönüş nasıl olmalıdır?" sorusuna cevap arayan Zeynep 2019 yılına ait geometrik özelliklerine göre trafik kazalarının istatistiklerini de araştırır.

	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
GÜZERGÂH						
Düz Yol	119 391	89,98	28 014	66,36	147 405	84,28
Viraj	11 286	8,51	9 114	21,59	20 400	11,66
Tehlikeli Viraj	2 006	1,51	5 085	12,40	7 091	4,05
TOPLAM	132 683	100	42 213	100	174 896	100

- ① Virajlardan dönerken belirtilen hız sınırının bütün araçlar için aynı olmasının nedenini kısaca açıklayınız.

- ② Virajlardan emniyetli dönüş için hız sınırına uymanın önemini verilen tablodaki veriler üzerinden yorumlayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.1: Öteleme ve dönme hareketini karşılaştırır.

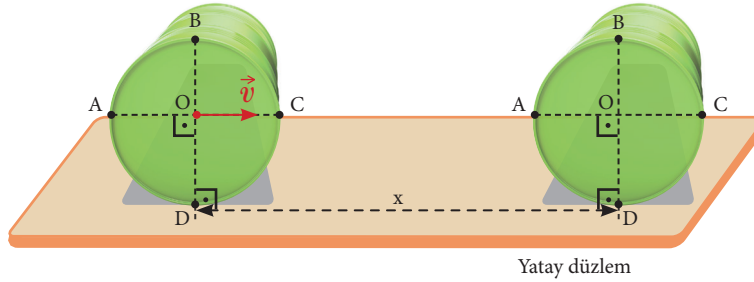
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	CİSMİN HER NOKTASI FARKLI HAREKET EDEBİLİR Mİ?	🕒 15 dk.
Amacı	Dönme ve öteleme hareketleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik öteleme ve dönme hareketi konusundan sonra verilmelidir.**Yönerge** Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Günlük hayattan sadece öteleme, sadece dönme ve dönerek öteleme hareketi yapan sistemlere örnekler yazınız.

- ② Aşağıdaki şekilde silindir biçimli varil, merkezi (O noktası) sabit $\vec{v}$ hızına sahip olacak şekilde kaymadan bir tam tur döndürülerek x kadar ötelenmiştir.



- a) A, B, C, D ve O noktalarının yer değiştirmelerini karşılaştırınız ve bu noktalara ait anlık öteleme hızlarını şekildeki varil üzerinde çizerek gösteriniz.

- b) A, B, C ve D noktalarında silindirin dönmesinden kaynaklanan anlık dönme hızlarını şekildeki varil üzerinde çizerek gösteriniz.

- c) A, B, C, D ve O noktalarının yatay düzleme göre anlık hızlarını çizerek büyüklüklerini v cinsinden yazınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.1: Öteleme ve dönme hareketini karşılaştırır.

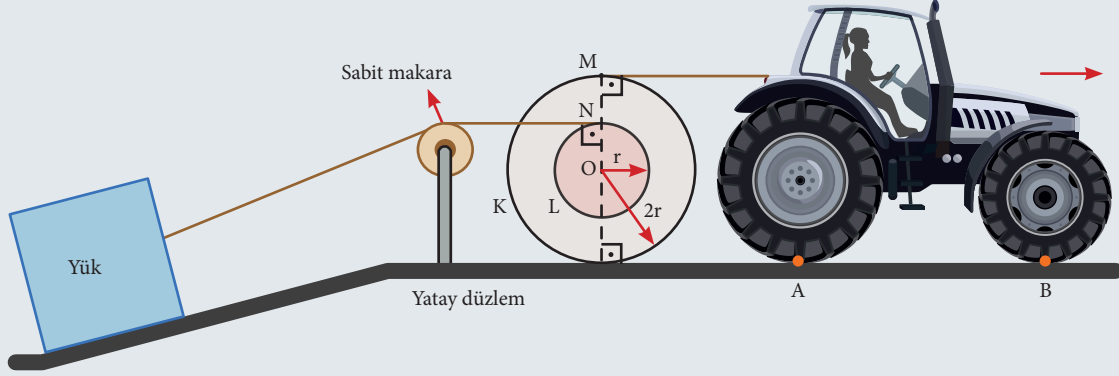
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	BİR SİSTEMDEKİ FARKLI CİSİMLERİN HAREKETİ	🕒 15 dk.
Amacı	Dönme ve öteleme hareketlerini ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Şekildeki eş merkezli (O noktası), birbirine yapıştırılmış K ve L kasnaklarının yarıçapları sırasıyla $2r$ ve r 'dir. Sabit makara, kasnaklara sarılı halatlar, yük ve traktörle kurulan sistemde traktör ok yönünde ilerleyerek yükü eğik düzlemde hareket ettirmektedir. Bu süreçte sabit makara, kasnak ve traktör tekerlekleri temas ettikleri yüzeylerde kaymadan dönmekte olup kasnaklar üzerindeki O noktasının hızı sabit ve $2\mathcal{V}$ büyüklüğündedir.



- Verilen görselde sadece öteleme, sadece dönme ve dönerek öteleme hareketi yapan cisimleri yazınız.

- Traktörün arka ve ön tekerleklerinin yatay düzleme temas ettiği yüzeyleri üzerindeki A ve B noktalarını öteleme ve dönme hızlarının büyüklüklerini karşılaştırınız.

- Hareket sürecinde traktörün ve yükün hızlarının büyüklükleri kaç $\mathcal{V}$ olur? Açıklayınız.

- Traktörün hızının büyüklüğü değiştirilmeden yükün hızının büyüklüğü arttırılmak istenmektedir. Bu amaç için K ve L kasnaklarının yarıçaplarında yapılması gereken değişiklikleri yazınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.1: Öteleme ve dönme hareketini karşılaştırır.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Sınıflandırma Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	YAŞAMDA HAREKET	🕒 20 dk.
Amacı	Günlük hayattan örneklerle dönme ve öteleme hareketlerini karşılaştırabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda verilen görselleri inceleyerek hareket türlerini belirleyiniz.



Görsel 1: Labutlara doğru yuvarlanarak giden bowling topu



Görsel 2: Dama oyununda pulların ilerlemesi



Görsel 3: Dönme dolap



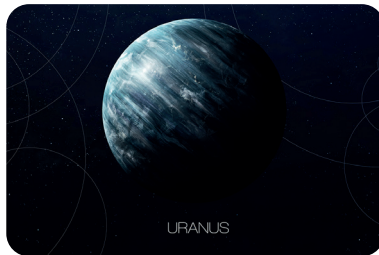
Görsel 4: Belde çevrilen çemberin hareketi



Görsel 5: Pizza kesme aleti



Görsel 6: Kilden çömlek yapımı



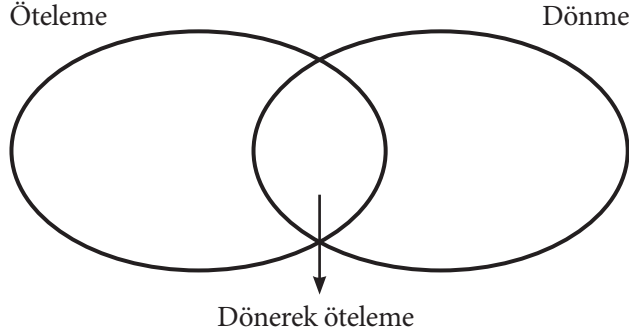
Görsel 7: Uranüs gezegeninin hareketi



Görsel 8: Atılan frizbi

2. Yönerge

1. Yönerge'de hareket türlerini belirlediğiniz olaylara ait görsel numaralarını aşağıda verilen Venn şemasında uygun yerlere yerleştiriniz.

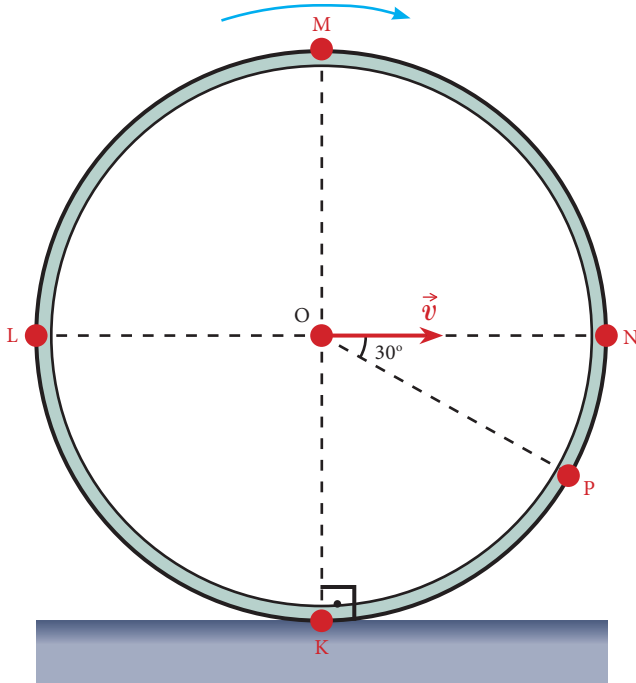


3. Yönerge

Yukarıda kullanılan örnekler dışında çevrenizde gözlemlediğiniz hareketlere örnekler veriniz ve bu hareketlerin çeşidini belirtiniz. Örneklerinizin doğruluğundan emin olmak için konuyla ilgili araştırma yapınız. Örneklerinizi sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. Yönerge

Aşağıdaki şekilde ok yönünde dönerek öteleme hareketi yapan O merkezli bir çember verilmiştir. Çemberin merkezinin yere göre anlık hızı $\vec{V}$ 'dir. K, L, M, N ve P noktalarındaki dönme ($\vec{V}_d$) ve öteleme hızlarını ($\vec{V}_o$) şekil üzerine çizerek her bir noktanın yere göre anlık hızının büyüklüğünü hesaplayınız.



Nokta	Anlık hız
K	
L	
M	
N	
P	



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.2: Eylemsizlik momenti kavramını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi, Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	EYLEMEYEN MOMENT	⌚ 20 dk.
Amacı	Eylemsizlik momentinin bağlı olduğu değişkenleri ve sisteme etkisini ifade edebilme.	👤 Bireysel

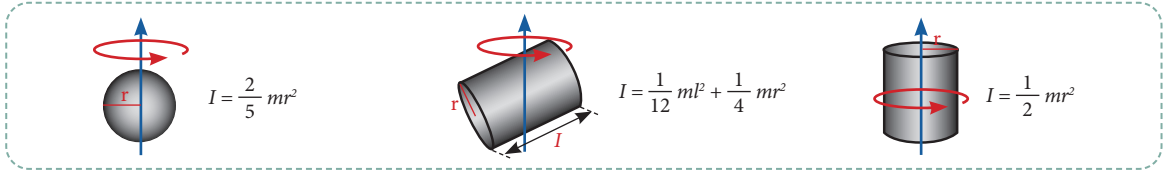
Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Eylemsizlik momenti, dönmesini sağladığımız her nesnenin sahip olduğu bir özellik olarak karşımıza çıkar. Skaler büyüklük olan eylemsizlik momenti bu nesnelerin açısal hızını değiştirme sırasında oluşan zorluğun bir ölçüsüdür. Aynı zamanda bu zorluk, nesnelerin dönme ekseninden uzaklaşması ile sistemin açısal hızını değiştirmenin ne kadar zorlaştığını ifade eder. Zorluğun göstergesi ise döndürülen nesnenin momentumunun hızlı değişmesi ve büyük bir momentuma sahip olmasıdır.

Eylemsizlik momenti sistemin kütle dağılımının değişmesiyle dönme hareketinin nasıl değiştiği açıklar. Ayrıca kütlenin dönme hareketini içeren fizik problemleri için de kullanılır. Eylemsizlik momenti I sembolü ile gösterilir. Dönme eksenini etrafında r yarıçapıyla dönen noktasal m kütleli bir nesne için eylemsizlik momenti $I = m \cdot r^2$ matematiksel modeli ile hesaplanır ve uluslararası standart birimi $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ dir. Birbirine bağlanmış ve birçok kütleden oluşan sistemlerde ise eylemsizlik momenti, bütün kütlelerin eylemsizlik momenti toplanarak ($I = m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2 + \dots$) hesaplanır.

- 1) Aşağıda biri küre, ikisi silindir şeklinde üç cisim ve bu cisimlere ait eylemsizlik momenti değerlerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel modeller verilmiştir. Cisimlerin kütle ve yarıçapları eşittir.

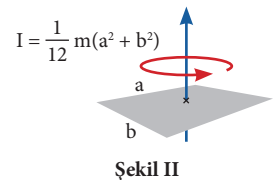
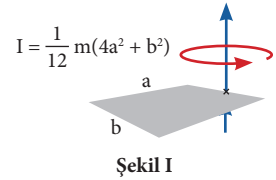


Buna göre eylemsizlik momenti kavramını, cisimlerin geometrik şekli ve cisimlerin dönme eksenini ile ilişkilendirerek nasıl açıklarsınız?

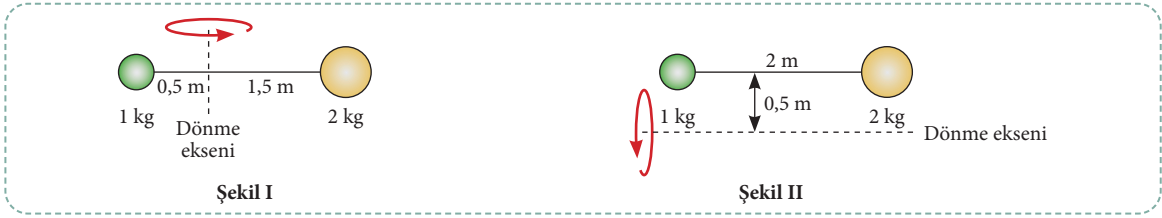
- 2) Aynı cisme ait eylemsizlik momenti değerleri Şekil I ve Şekil II'de verilmiştir. Buna göre:

a) Cismi hangi durumda döndürmek daha zordur? Kısaca açıklayınız.

b) Cismin eylemsizlik momenti değerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel modelin farklı olmasının nedeni nedir?



- 3) Birbirine bağlanmış 1 kg ve 2 kg kütleli katı cisimlerden oluşan bir sistemin farklı iki eksene göre uzaklıkları Şekil I ve Şekil II'de verilmiştir



Buna göre sistemin Şekil I ve Şekil II'deki dönme eksenine göre eylemsizlik momenti nedir? İşlemlerinizi aşağıda verilen boş alana yapınız.

- 4) Eylemsizlik momenti ile ilgili bilgileri, problemlere çözüm üretmek ya da günlük hayattaki durumları değerlendirmek için nasıl kullanırdınız? Örnek bir sistem üzerinden kısaca açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.2: Eylemsizlik momenti kavramını açıklar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Tahmin Etme Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÜNLÜK HAYATTA EYLEMSİZLİK MOMENTİ	🕒 15 dk.
Amacı	Eylemsizlik momentini günlük hayattaki olaylarla ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

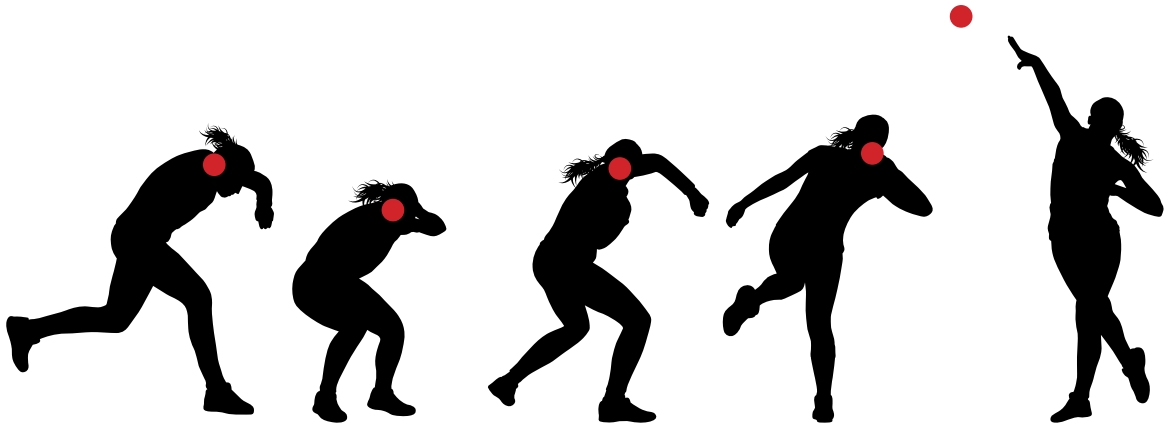
- 1 Yandaki şekilde beyzbol sopasının uç noktaları üzerinde a ve b eksenleri verilmiştir. Bu sopa beyzbol oyunu sırasında a ekseninin bulunduğu ince uçtan tutularak kullanılmaktadır. Oyuncu bu sopa ile beyzbol topunu b ekseninin bulunduğu kalın uca isabet ettirilerek fırlatmayı amaçlar.



Görsel: Beyzbol sopası

Buna göre beyzbol sopasını a ve b eksenlerinin hangisinden tutarak savurmak daha kolaydır? Oyuncuların beyzbol sopasını, ince tarafından tutarak kullanmasının nedeni ne olabilir? Gerekçenizi kısaca açıklayınız.

- 2 Aşağıdaki görselde modern olimpiyatlarda yer alan gülle sporunda atıcının hareketleri verilmiştir. Bu sporda atıcı, gülleyi atmaya başlarken sırtını atış yapacağı alana çevirir. Vücut ağırlığını sağ bacak üzerine vererek sol ayağını yukarı kaldırır. Atıcının vücudu T şeklini alır. Atıcı sol kolunu geniş bir açı yaparak atış yönü istikametinde açar ve etrafında 180 derecelik bir dönüş yapar. Ardından sağ eliyle boynunda tuttuğu gülleyi bilek ve parmak uçlarını yardımıyla iterek tüm gücüyle fırlatır.

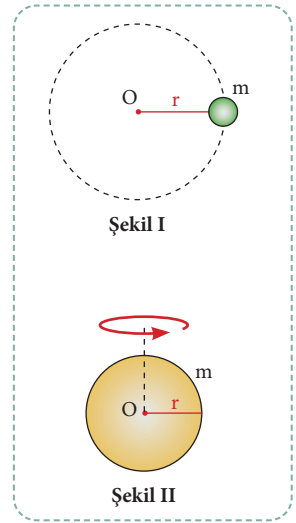


Buna göre sporcunun atış yapmadan önce vücuduna T şeklini vermesinin ve gülleyi geniş açı yapmak için kullandığı kolu ile değil de boynundan çevirerek fırlatmasının sebebi ne olabilir?



- 3 Biri noktasal, diğeri küresel olan m kütleli cisimler sırasıyla Şekil I ve Şekil II'de verilmiştir. Noktasal cisim r yarıçaplı ekseninde, küresel cisim ise kendi eksenini etrafında dönmektedir. Eylemsizlik momenti noktasal cisimlerde $I = m \cdot r^2$, eksenini merkezi olan küresel cisimlerde $I = \frac{2}{5} m \cdot r^2$ modelleri ile hesaplanır.

Buna göre küresel cismin eylemsizlik momentini, noktasal cismin eylemsizlik momentine göre küçülten sebep nedir? Noktasal ve küresel cismin eylemsizlik momenti hesaplamaları günlük hayatta hangi duruma benzetilerek kullanılabilir? Bir örnek durum belirterek açıklayınız.



- 4 Bir malzemenin elastikiyeti ile ilgili yaşanabilecek bir problemin çözümünde eylemsizlik momentinin kullanılmasına ilişkin tahminleriniz nedir? Kısaca açıklayınız.

- 5 Bu etkinlikte verilen örneklerin dışında günlük hayatta hangi sistemler eylemsizlik momenti düşünülerek tasarlanmıştır? Bir örnek vererek kısaca açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.2.2: Eylemsizlik momenti kavramını açıklar.

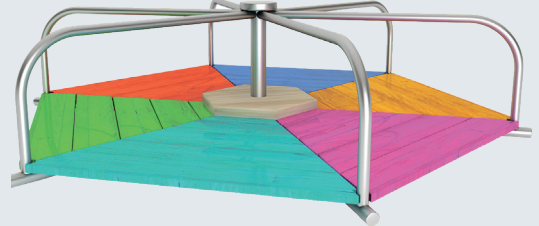
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNEN PLATFORM	🕒 20 dk.
Amacı	Eylemsizlik momenti kavramını günlük hayattan örneklerle açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

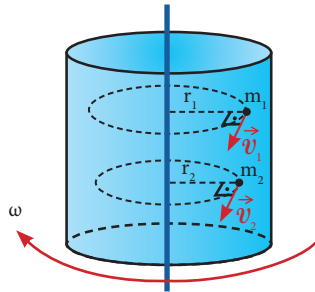
Çocuk parklarında bulunan döner platform oyuncu-
cağı, dönme eksenini etrafında dönebilen bir disk
olarak düşünülebilir. Bu diskin üzerinde yer alan
her bir noktanın ayrı ayrı kütlesi vardır ve diskin
kendi etrafında bir torkla döndürülmesi durumun-
da diskin üzerinde bulunan kütlelerin dönme ek-
senine olan dik uzaklıklarının kareleri ile çarpımı
eylemsizlik momentini verir. Eylemsizlik momenti
bir eksen etrafında dönmekte olan cismin açısal hızında meydana gelen değişikliğe karşı gösterdiği
direnme eğilimidir. Döner platform üzerinde oyun oynayan çocuklar, zaman zaman döner platfor-
mun kenarına zaman zamanda dönme noktasına yakın yerlere doğru hareket etmektedir. Bu esnada
platform da bazen daha hızlı bazen de daha yavaş dönmektedir.



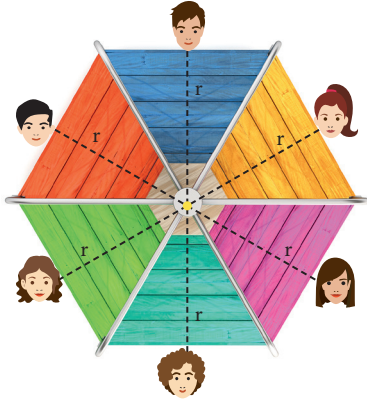
Görsel: Döner platform

- ① Çocuklar döner platforma bindikten sonra platforma verilen ilk harekette veya platformun aniden durdurulmasında neden dengelerini kaybedip ileri geri hareket etmiş olabilirler? Platforma verilen ilk hareketten sonra dönme hareketi yapan çocukların ve platformun hareketi, fizik yasalarından hangisi ile açıklanır? Yorumlayınız.

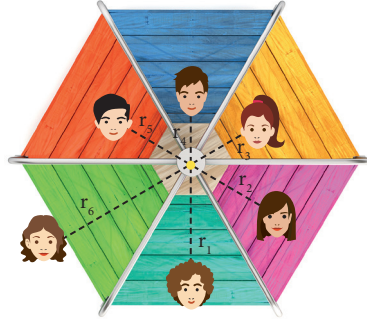
- ② Bir cismin bir eksen etrafında dönmesi sebebiyle sahip olacağı eylemsizlik momentinin matematik-
sel modelini şekildeki içi dolu silindir üzerindeki m_1 ve m_2 kütleli parçacıkları kullanarak bulunuz.
Bulduğunuz modelden yararlanarak bir parçacığın ve silindirin sahip olduğu eylemsizlik modelle-
rini yorumlayınız.



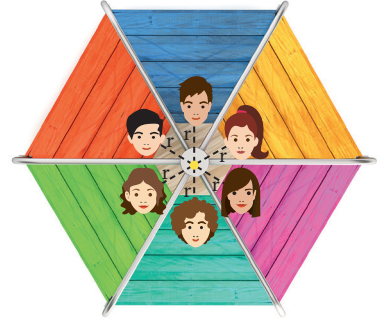
- 3) Aşağıdaki şekillerde döner platformda oynayan çocukların platform üzerindeki, zamanla değişen konumları verilmiştir.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Buna göre döner platformda Şekil I'deki gibi duran çocukların dönüşü sırasında oluşan eylemsizlik momentini Şekil II ve Şekil III'te oluşan eylemsizlik momentleriyle karşılaştırarak aralarındaki büyüklük ilişkisini açıklayınız. Eylemsizlik momentlerinin farklılık gösterme nedenlerini belirtiniz.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.2.3: Dönme ve dönerek öteleme hareketi yapan cismin kinetik enerjisinin bağlı olduğu değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNEREK İLERLEME	🕒 15 dk.
Amacı	Dönerek öteleme hareketinin bağlı olduğu değişkenleri açıklayabilmek.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik dönerek öteleme hareketi konusundan sonra verilmelidir.

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

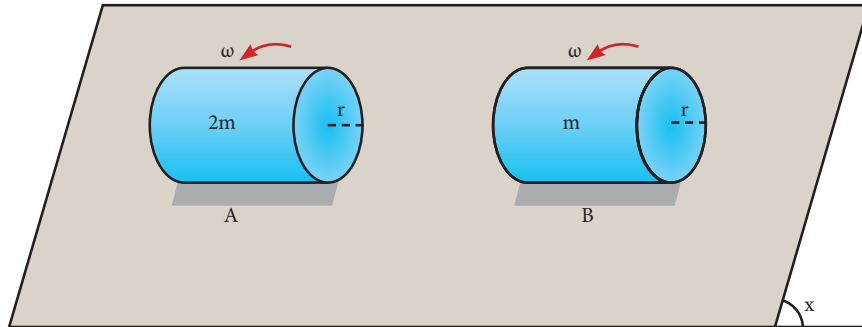
1. Özdeş A ve B disklerinden A diski, duvara sabitlenmiş M merkezi etrafında, serbestçe ω açısal hızı ile ok yönünde dönmektedir. B diski ise ok yönünde ve yere göre $\vec{v}$ hızı ile dönerek ilerlemektedir.



- a) A ve B disklerinin kinetik enerjilerinin bağlı olduğu değişkenleri açıklayarak kinetik enerji ifadelerini yazınız.

- b) Hangi değişkenler arttırıldığında A ve B disklerinin kinetik enerji değerlerinin artacağını yazınız.

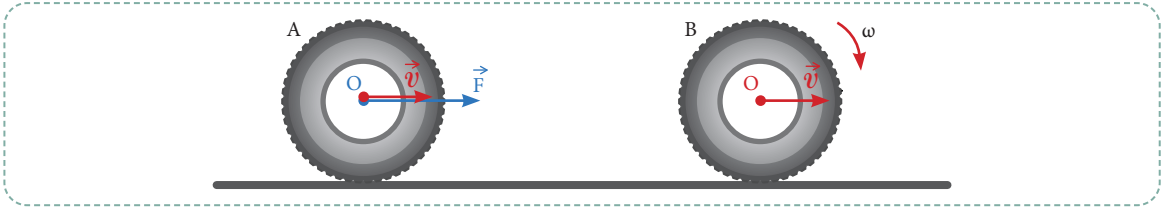
2. Aşağıda verilen şekilde yarıçapları r olan içi dolu, $2m$ kütleli A silindiri ile içi boş, m kütleli B silindiri eğik düzlemde, aynı seviyeden bırakıldığında ω açısal hızları ile dönerek hareket etmektedir.



$$(I_A = \frac{1}{2} m \cdot r^2, I_B = m \cdot r^2)$$

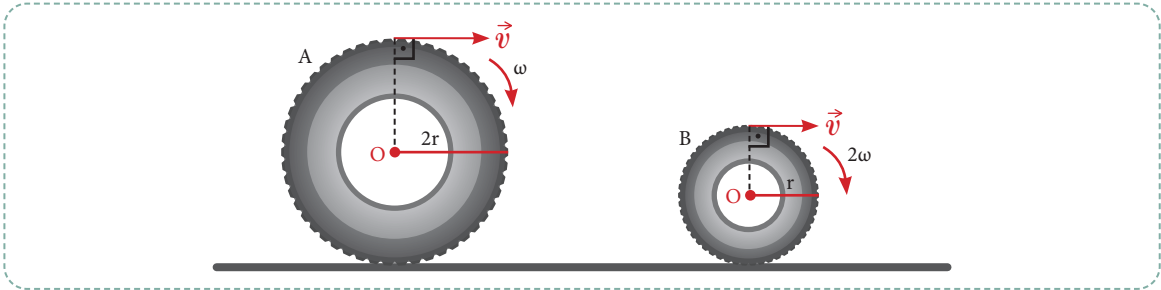
Buna göre A ve B silindirlerinin dönme kinetik enerjileri sırası ile E_A ve E_B ise bu enerjiler arasındaki büyüklük ilişkisi nedir? Açıklayınız.

- 3) Aşağıda verilen şekilde özdeş A ve B tekerleklerinden A tekerleği merkezine sabitlenmiş iple yatay yolda $\vec{v}$ çizgisel hızı ve $\vec{F}$ kuvveti ile çekilerek sürüklenirken B tekerleği merkezinin çizgisel hızı $\vec{v}$ olacak şekilde ω açısal hızı ile dönerek ilerlemektedir.



Buna göre A ve B tekerleklerinin kinetik enerjilerinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir? Açıklayınız.

- 4) Aşağıda verilen şekilde kütleleri eşit yarıçapları sırasıyla $2r$ ve r olan A ve B tekerlekleri $\vec{v}$ çizgisel ve sırasıyla ok yönünde ω ve 2ω açısal hızları ile dönerek öteleme hareketi yapmaktadır.



$$I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$$

Buna göre tekerleklerin durması için fren sistemi devreye girdiğinde açığa çıkan ısılar arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.2.3: Dönme ve dönerek öteleme hareketi yapan cismin kinetik enerjisinin bağlı olduğu değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: --

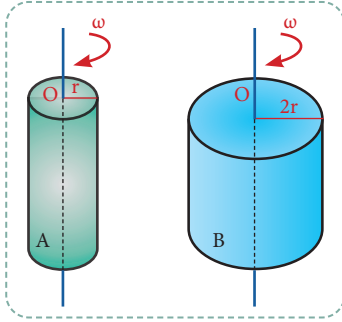
Alan Becerileri: Sayı Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	YUVARLANMA HAREKETİ	🕒 15 dk.
Amacı	Dönerek öteleme hareketinde kinetik enerjinin bağlı olduğu değişkenleri ifade edebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik Dönerek Öteleme Hareketi konusundan sonra verilmelidir.

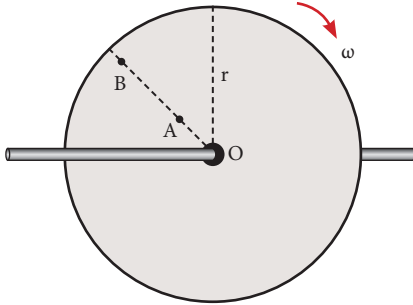
Yönerge Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Aşağıdaki şekilde verilen içleri dolu A ve B silindirlerinin yarıçapları sırasıyla r ve $2r$ 'dir. Kütleleri eşit olan silindirler O merkezlerinden düşey olarak geçen mil etrafında ω açısal hızı ile dönmektedir. ($I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$)



Buna göre A ve B silindirlerinin dönme kinetik enerjilerinin büyüklüklerini karşılaştırınız.

- ② Aşağıda verilen şekilde kütlesi m ve yarıçapı r olan disk, O merkezinden geçen mil etrafında ω açısal hızı ile dönmektedir.



Buna göre disk üzerindeki eşit kütleli A ve B noktalarının dönme kinetik enerji büyüklüklerini karşılaştırınız. ($I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$)

- ③ Dönerek öteleme hareketi yapan bir bowling topu, kukalara görseldeki gibi çarpıp devirmektedir. Bowling topunun kukalara daha büyük enerji ile çarpması için toplam kinetik enerji ifadesindeki hangi değişkenler artırılmalıdır?



Görsel: Bowling topu

**1. ÜNİTE > Çembersel Hareket**

Kazanım 12.1.2.3: Dönme ve dönerek öteleme hareketi yapan cismin kinetik enerjisinin bağlı olduğu değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	BRANŞ SEÇİMİ	🕒 20 dk.
Amacı	Çeşitli branşlardaki sporcuların antrenmanlarından hareketle cisimlerin kinetik enerjilerinin bağlı olduğu değişkenleri açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden hareketle soruları cevaplayınız.

Herhangi bir spor branşında ustalaşmak isteyen Teoman, branş seçimi için gittiği gençlik merkezinde çeşitli branşlardaki sporcuların antrenmanlarını izlemiştir. Çekiç atma sporcusunu izlerken, sporcunun çekicinin dönme hızını, kütlelerini ve çekice bağlı ipin uzunluğunu değiştirerek antrenman yaptığını; frikik çalışması yapan bir futbolcunun topa düz (öteleme) ya da kavisli (dönerek öteleme) vurduğunda ise kalecinin topu yakalamakta yaşadığı zorlukları gözlemlemiştir.

- Öteleme kinetik enerji denkleminde hareketle çekicinin dönme kinetik enerji denklemini bulunuz.
- Çekicinin dönme hızı, kütlesi ve çekice bağlı ipin uzunluğu parametrelerinin çekicinin dönme kinetik enerjisine etkileri neler olabilir? Açıklayınız.
- Kalecinin öteleme yapan topu mu yoksa dönerek ötelenen topu mu yakalaması daha zordur? Gerekçeleriyle açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.1: Açısal momentumun fiziksel bir nicelik olduğunu açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

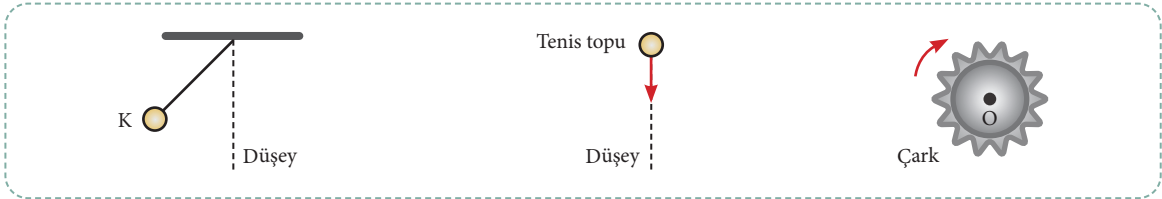
Etkinlik İsmi	DÖNEN CİSİM VE AÇISAL MOMENTUM	🕒 15 dk.
Amacı	Açısal momentumun özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

EBA'ya kullanıcı girişi yapınız. "Açısal Momentumun Tanımı" başlıklı videoyu

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.779/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=cc3c20a9ddb0e339f537ecf5336cc14&resourceTypeID=3&loc=-1&showCurriculumPath=true-1&showCurriculumPath=true bağlantısından açarak izleyiniz. Videodan edindiğiniz bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1) Aşağıdaki şekilde salınım yapan basit sarkaçtaki K cismi, serbest düşme hareketi yapan tenis topu ve O noktası etrafında sabit büyüklükteki hızla dönen çark verilmiştir.



Bunlardan hangileri açısal momentuma sahiptir ve hangisinde açısal momentumun büyüklüğü sürekli değişmektedir? Açıklayınız.

2

Aşağıdaki şekildeki gibi x doğrultusunda kayan buz patencisi, direğin yanından geçerken elini uzatarak direği yakalamakta ve direk çevresinde r yarıçaplı çembersel bir yörünge üzerinde dönmektedir.



- a) Buz patencisinin hareket sürecindeki momentumlarını yazarak açıklayınız.

- b) Buz patencisinin çembersel yörünge üzerindeki açısal momentumunu çizimle gösteriniz.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.1: Açısal momentumun fiziksel bir nicelik olduğunu açıklar.

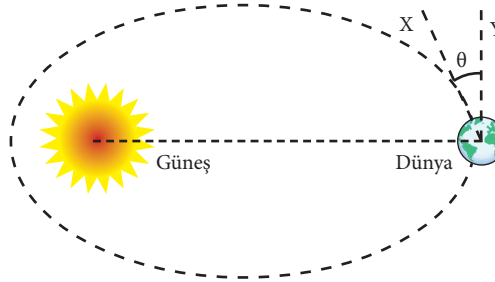
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ATOMDAN GALAKSİLERE AÇISAL MOMENTUM	🕒 20 dk.
Amacı	Atomik düzeydeki parçacıklardan galaksilere kadar dönme hareketi yapan tüm cisimlerin açısal momentumu olduğunu açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

EBA'ya kullanıcı girişi yapınız. “Dünya’mızın Dolanım Hareketi” başlıklı videoyu
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.779/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=17a5737e2ecd7045e051a38832fd44fb&resourceTypeID=3&loc=-1&showCurriculumPath=true bağlantısından açarak izleyiniz. İzlediğiniz videodan yararlanarak soruları cevaplayınız.

- ① Güneş ve Dünya’nın hareketleri nedeniyle kaç farklı açısal momentum oluşur? Oluşan açısal momentumları aşağıdaki model üzerinde çizimle gösteriniz. (X, Dünya’nın kendi etrafında dönme eksenini; Y, yörünge düzlemine dik eksenidir. X ve Y eksenleri arasında $\theta = 23,5^\circ$ açı vardır.)



- ② Uzaydaki doğal uyduların, gezegenlerin, yıldızların ve galaksilerin (gök ada) açısal momentumları var mıdır? Açıklayınız.

2. Yönerge

EBA'ya kullanıcı girişi yapınız. “Atom Modellerinin Serüveni” başlıklı videoyu
https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.779/index.html#/main/curriculumResource?resourceID=e9b29ce71e03ea1d284044c60dd990fe&resourceTypeID=3&loc=-1&showCurriculumPath=true bağlantısından açarak izleyiniz. İzlediğiniz videodan yararlanarak soruları cevaplayınız.

- ① Açısal momentumun atomik boyutta da fiziksel bir nicelik olup olmadığını açıklayınız.

- ② Elektronun atom çekirdeği çevresinde belirli katmanlarda dolanması ve hızının bulunduğu katmana bağlı olarak değişmesi açısal momentumla ilgili neyi ifade eder? Açıklayınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.2: Açısal momentumu çizgisel momentum ile ilişkilendirerek açıklar.

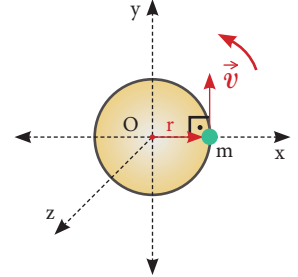
Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	AÇISAL VE ÇİZGİSEL MOMENTUM	🕒 15 dk.
Amacı	Açısal momentumu çizgisel momentum ile ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

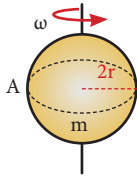
Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Şekildeki r yarıçaplı yörüngede ok yönünde dönme hareketi yapan m kütleli cisim, hem çizgisel momentuma ($\vec{P} = m \cdot \vec{v}$) hem de O noktasına göre açısal momentuma sahiptir. Açısal momentum, çizgisel momentumun torku olarak da tanımlanabilir. Açısal momentum L ile gösterilir ve matematiksel modeli $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ şeklindedir. Vektörel bir büyüklük olan açısal momentumun yönü, P ve r vektörlerinin bulunduğu düzleme diktir ve sağ el kuralıyla bulunur. Sağ el kuralına göre sağ elin dört parmağı dönüş yönünde kıvrıldığında başparmak açısal momentumun yönünü gösterir.

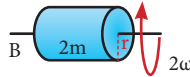


Buna göre çizgisel momentum ile açısal momentumu ilişkilendirerek açısal momentumun matematiksel modelini oluşturunuz. Cismin açısal ve çizgisel momentumunun yönünü bulunuz.

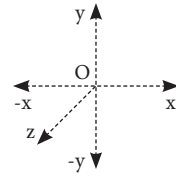
- ② Şekil I'de m kütleli ve $2r$ yarıçaplı A küresi ile Şekil II'de $2m$ kütleli ve r yarıçaplı B silindiri merkezlerinden geçen eksen etrafında sırasıyla ω ve 2ω açısal hızları ile dönmektedir.



Şekil I



Şekil II



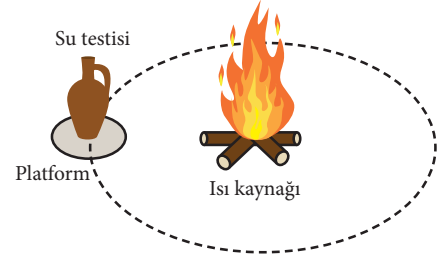
Şekil III

- a) Küre ve silindire ait açısal momentum büyüklükleri oranı $\frac{L_A}{L_B}$ kaçtır?

- b) Küre ve silindire ait açısal momentumların yönlerini Şekil III'e göre belirleyiniz.

- 3 Çömlekçilikle uğraşan bir işletme sahibi üretimini yaptığı testilerin daha dayanıklı olması için bir fırın tasarlamak istemektedir.

Tasarıma göre, sabitlenmiş bir ısı kaynağı etrafında dönebilen platform üzerine yerleştirilen testi, hem kendi etrafında hem de fırın içerisindeki ısı kaynağının etrafında bir yörüngede dönecektir. İşletme sahibinin tasarladığı düzenek aşağıdaki şekilde şematik olarak verilmiştir.



Testilerin istenen kalitede olup olmadığı konusunda yapılan denemelerin gözlem sonuçları aşağıda maddeler hâlinde verilmiştir. Bu denemelerde ısı kaynağının birim zamanda verdiği enerji ve testinin fırın içinde kalma süresi sabit tutulmuştur.

- Birinci denemede testinin her bölgesinin aynı kalitede olmadığı gözlenmiştir.
- İkinci denemede testinin üzerinde yer yer renk değişikliği olduğu gözlenmiştir.

Yapılan denemelerde gözlenen sonuçlarla ilgili problemlerinin ortadan kaldırılması için ne yapılabilir? Açısai ve çizgisel momentum kavramlarını kullanarak kısaca açıklayınız.

Birinci deneme:

İkinci deneme:



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.3.2: Açısal momentumu çizgisel momentum ile ilişkilendirerek açıklar.

Genel Beceriler: --

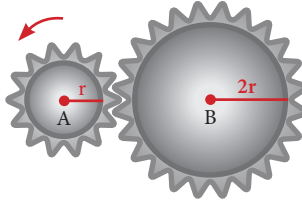
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	7. VİTES	🕒 15 dk.
Amacı	Çizgisel hızı açısal hız ile ilişkilendirerek açısal momentumu açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

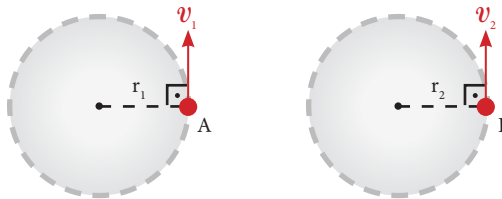
- ① Bir aracın vites aktarma sisteminde yer alan r ve $2r$ yarıçaplı, eşit kütleli A ve B dişlileri aşağıda verilen şekildeki gibi düşey düzleme yerleştirilmiştir. A dişlisi ok yönünde ve merkezinden geçen eksen etrafında sabit hızla döndüğünde açısal momentumu L_A , B dişlisinininki L_B olmaktadır.



- a) A ve B dişlilerinin açısal momentumlarının yönlerini bularak büyüklüklerinin oranını hesaplayınız.

- b) Dişlilerden oluşan vites aktarma sistemlerinde dişlilerden kaynaklanan problemler neler olabilir? Vites aktarma sistemlerinin verimli çalışması için ne gibi önlemler alınabileceğini gerekçeleri ile açıklayınız.

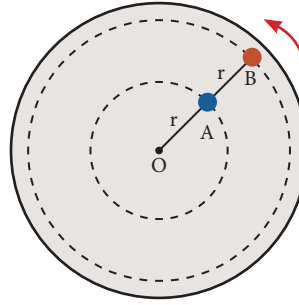
- ② Aşağıda verilen şekilde çembersel yörüngelerde dönen özdeş A ve B cisimlerinin çizgisel momentumları ile açısal momentumları eşittir.



Buna göre A ve B cisimlerinin çizgisel hızları, açısal hızları ile yarıçapları r_1 ve r_2 için ne söylenebilir?

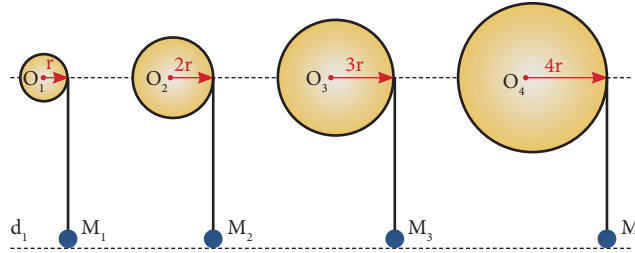


- 3) Aşağıdaki şekilde O eksenini etrafında dönebilen bir ipe bağlı özdeş A ve B cisimleri düzgün çember-sel hareket yapmaktadır.



Buna göre A ve B cisimlerinin açısal hız, çizgisel hız ve açısal momentum büyüklüklerini karşılaştı-
tırınız.

- 4) Aşağıdaki şekilde ekildeki sürtünmelerin ihmal edildiği kasnak sistemlerinde O_1 , O_2 , O_3 ve O_4 mer-
kezli kasnaklar, bulundukları konumlarda merkezleri etrafında serbestçe dönebilmektedir. Kasnak-
lar ve kasnaklara iplerle bağlı M_1 , M_2 , M_3 ve M_4 cisimlerinin kütleleri eşit büyüklüktedir. d_1 ve d_2
doğruları birbirine paralel konumdadır. Cisimler, d_1 konumundan serbest bırakıldıklarında düşey
doğrultuda hareket etmektedir.



d_2 _____

Buna göre cisimlerin d_2 hizasından geçtikleri andaki çizgisel hızları ile bağlı oldukları kasnakların
açısal hızlarını ve merkeze en uzak noktalarının çizgisel hızlarını karşılaştırınız. Ulaştığınız sonuç-
lara göre cisimlerin çizgisel momentumları ile kasnakların açısal momentumları arasında bir ilişki
kurulabilir mi? Açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.2: Açısal momentumu çizgisel momentum ile ilişkilendirerek açıkla.

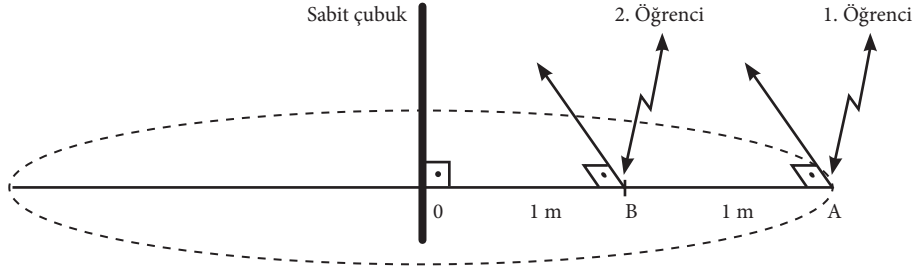
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Deney Düzenliği Kurma ve Yapma Becerisi

ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	BİR NOKTA ETRAFINDA DÖNELİM	🕒 25 dk.
Amacı	Açısal momentum ile çizgisel momentum arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.	👤 Grup
Gerekli Materyaller:	Halat, açılı ölçer.	

1. Yönerge Gönüllü olanlar arasından belirleyeceğiniz iki öğrenciyi 1 ve 2 olarak numaralandırınız.

2. Yönerge 2 m uzunluğundaki bir halatı sabit bir noktaya serbest bir şekilde bağlayıp aşağıda verilen düzeneğin bir benzerini oluşturunuz. Belirlediğiniz iki öğrenciyi şekildeki gibi aralarında 1 m uzaklık olacak biçimde A ve B noktalarına konumlandırınız. Öğrencilerin O noktası etrafında aynı anda hareket etmelerini ve aynı anda uzantısı O noktasından geçen doğrultu üzerinde olmalarını sağlayınız. Diğer öğrencilerden de gözlem yapmalarını isteyiniz. Gözlem yapan öğrencilere 1 ve 2 numaralı öğrencinin O noktası etrafındaki bir tam turu kaçır adım atarak tamamladıklarını not etmelerini söyleyiniz. Her bir adımı v hızı olarak alınız.



3. Yönerge Öğrencilerin aşağıda verilen soruları cevaplamalarını sağlayınız.

- Öğrencilerin hızları arasındaki ilişki nasıl olur? Açıklayınız.
- Öğrencilerin harekete başladıkları noktaların O noktasına olan uzaklıklarını veren kavramı öğrencilerin çizgisel momentumları ile çarptığımızda bulduğunuz matematiksel model hangi kavramı vermektedir? Açıklayınız.
- Öğrenciler aynı nokta etrafında döndüklerine göre sağ ellerinin dört parmağını dönme yönünde tuttuklarında dört parmağa dik olarak tuttıkları başparmaklarının gösterdiği yön, hangi fiziksel kavramın yönünü verir?
- Açısal momentum ile çizgisel momentumun birbirlerine göre açısal olarak hareket durumları nedir?
1. öğrencinin açısal momentumu ile 2. öğrencinin açısal momentumu arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.3: Açısal momentumu torkla ilişkilendirir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

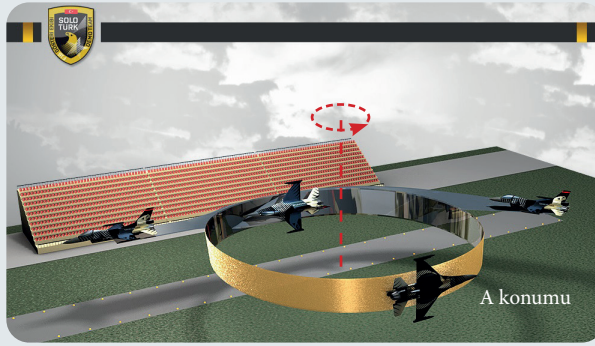
Etkinlik İsmi	SOLOTÜRK	🕒 20 dk.
Amacı	Açısal momentum, eylemsizlik momenti, açısal hız, açısal ivme ve tork kavramlarını ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

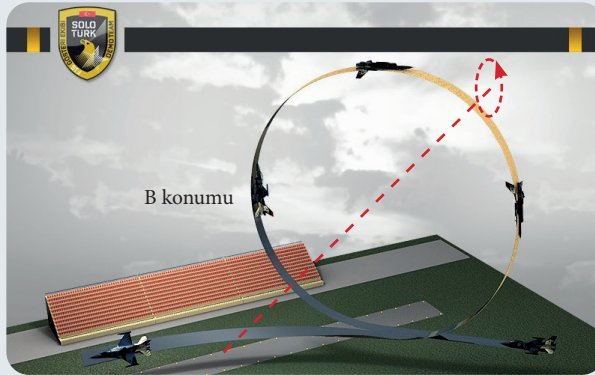
Aşağıda verilen metin ve görsellerden hareketle soruları cevaplayınız.

SOLOTÜRK, Türk Hava Kuvvetlerinin sahip olduğu modern ve yüksek performanslı F-16 C Blok-40 jet savaş uçağının kabiliyetlerini, kullanımı için gereken yüksek seviyedeki bilgi ve beceriyi izleyiciye sunan gösteri ekibidir. Gösteriler, ön hazırlığın ve koordineli çalışmanın bir ürünü olarak ortaya çıkmakta; pilotların uçağa etki eden tüm unsurları üstün bir kabiliyetle dikkate alması sonucunda gerçekleşmektedir.

Aşağıda SOLOTÜRK gösterisinde pilotların yapacakları akrobasi hareketlerinin bulunduğu simülör görüntüleri verilmiştir. Görsel I ve Görsel II'deki yarıçapı 900 m olan yörüngelerde 12 ton kütleli F-16 uçağının yatay ve düşey uçuş sırasındaki çizgisel hızı 300 m/s'dir.



Görsel I



Görsel II

- Görsel I ve Görsel II'de düzgün çembersel hareket yapan F-16 uçağının A ve B konumlarında iken çizgisel momentumu, açısal momentumu, çizgisel hızı, uçağa etki eden net kuvveti (merkezcil kuvvet) ve merkezcil ivmeyi serbest cisim diyagramı kullanarak görseller üzerinde gösteriniz.
- a) Uçağın açısal momentumunu, çizgisel momentumla; açısal hızını, çizgisel hızla; eylemsizlik momentini, açısal momentum ile ilişkilendirerek hesaplayınız. İşlemlerinizi aşağıda ilgili büyüklük için verilen boş alanlara yapınız.

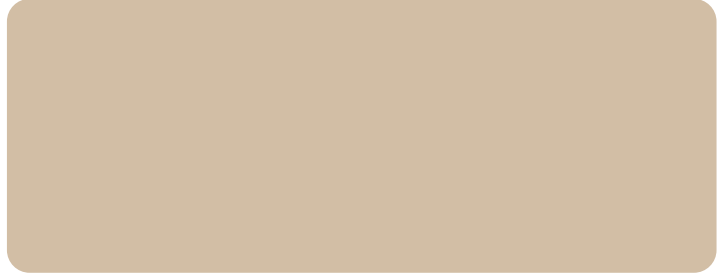
Açısal momentum

Açısal hız

Eylemsizlik momenti



- b) Uçak A konumundan itibaren 3 s sonraki konumuna geldiğinde çizgisel ivmesi kaç m/s^2 olur? Aşağıdaki görsel üzerinde uçağın bu konumlardaki hızlarını gösteriniz ve işlemlerinizi boş alana yapınız. ($\pi = 3$ alınız.)



- c) F-16 uçağının açısal ivmesinin büyüklüğü hakkındaki düşünceleriniz nedir? Kısaca açıklayınız.

- 3) Uçağın Görsel II'de B konumuna geldiği an pilotun $15 \cdot 10^5 \text{ N}$ değerinde kuvvetle tork oluşturduğunu ve bu durumun sonucu olarak uçağın eylemsizlik momenti aynı kalmak koşulu ile 6 s'de açısal hızında $5/6 \text{ rad/s}$ değişim meydana getirdiğini kabul ediniz. Buna göre:

- a) Oluşan torku, kuvvetin eksen merkezine uzaklığı ile ilişkilendirerek hesaplayınız.

- b) Oluşan torku, Newton'ın İkinci Yasası'nı kullanarak eylemsizlik momenti ve açısal ivme kavramları ile ilişkilendiriniz. Türettiğiniz matematiksel modeli kullanarak tork büyüklüğünü hesaplayınız.

- c) Elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız. Buna göre günlük hayatta kullanılan sistemler dikkate alınarak nasıl bir genellemeye ulaşılır? Kısaca açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.3: Açısal momentumu torkla ilişkilendirir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DÖNEN CİSİMLERİN DENGESİ	🕒 20 dk.
Amacı	Açısal momentum ile tork arasında ilişki kurabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

www.eba.gov.tr/videoizle/fizik-deneyleri/44827c649f0fae5fb4733b3d2b837cf70215281ed6002

ağ adresini kullanarak Eğitim Bilişim Ağı platformundan "Açısal Momentumun Korunumu (Kuvvet-Hareket)" adlı videoyu izleyiniz. Tekerin dönme yönünden dolayı oluşan açısal momentumun yönüne ve öğretmenin dönme yönünden dolayı oluşan açısal momentumun yönüne dikkat ederek notlar alınız.

2. Yönerge

www.eba.gov.tr/videoizle/fizik-deneyleri/40187c649f0fae5fb4733b3d2b837cf70215281ed6001

ağ adresini kullanarak Eğitim Bilişim Ağı platformundan "Dış Tork ve Açısal Momentum (Kuvvet-Hareket)" adlı videoyu izleyiniz. Dışarıdan uygulanan kuvvetin etkisinde oluşan dönme hareketinde tekerin ve öğretmenin dönme yönüne dikkat ederek notlar alınız.

3. Yönerge

İzlediğiniz videolar ve aldığınız notlardan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

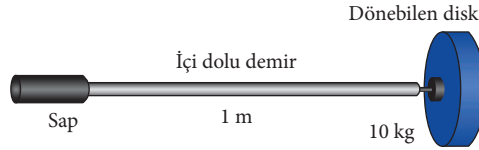
- ① Açısal momentumun yönü ve büyüklüğü nasıl bulunur? Açıklayınız.

- ② Dışarıdan bir kuvvet uygulanmadığı durumda öğretmenin elindeki tekeri kendisi yatay ekseninde döndürdüğünde tekerin dönme yönü ile öğretmenin dönme yönü arasında nasıl bir ilişki vardır? Sebebini açıklayınız.

- ③ Öğretmenin eliyle yatay düzlemde tuttuğu teker, dışarıdan tekere teğet bir kuvvet uygulanarak döndürüldüğünde teker ve öğretmenin aynı yönde dönmesine ne sebep olmuştur? Açıklayınız.

- ④ Açısal momentum her zaman korunur mu? Açıklayınız.

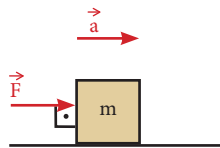
- ⑤ Yatay düzlemdeki 1 m uzunluğunda demir boru ve bu borunun ucuna kendi eksenini etrafında dönebilecek şekilde bağlanan 10 kg kütleli disk ile oluşturulmuş düzeneği Şekil I'de verilmiştir.



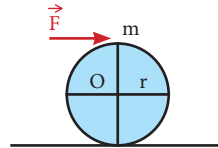
Şekil I

Düzenegün bir kişi tarafından sadece sap kısmından tutulup yatay vaziyette havaya kaldırılabilmesi için diskin önce bir alet ile yüksek hızla çevrilmesi ve sonrasında da sapından tutan kişinin kendi eksenini etrafında dönerek kalkması gerekmektedir. Bu olayın sebebi sizce ne olabilir? Açıklayınız.

- ⑥ Yatay düzlemdeki bir cisme Şekil II'deki gibi net kuvvet uygulandığında cisim bir ivme kazanır. Şekil III'teki gibi dönebilen m kütleli bir cisme net kuvvet teğet olarak uygulandığında ise cismin açısal momentumunda bir değişim meydana gelir.



Şekil II



Şekil III

Buna göre $\tau = F \cdot r$ ifadesini kullanarak tork ile açısal momentum arasında ilişkiyi kuran matematiksel modeli bulunuz.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.3: Açısal momentumu torkla ilişkilendirir.

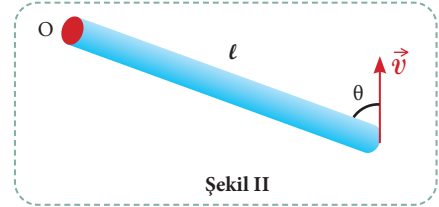
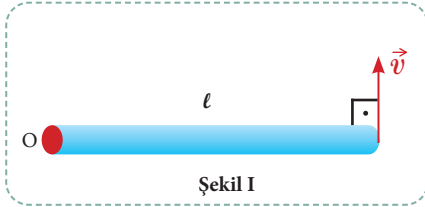
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	AÇISAL MOMENTUM VE TORKUN ETKİSİ	🕒 20 dk.
Amacı	Açısal momentum, eylemsizlik momenti, açısal hız, açısal ivme ve tork kavramları arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek.	👤 Bireysel

Yönerge Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

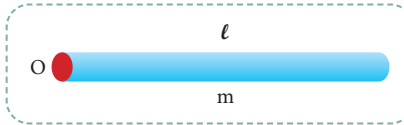
- 1) Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda duran, O noktasından menteşe ile sabitlenmiş, ℓ uzunluğundaki çubuk aşağıda Şekil I ve Şekil II'deki gibi eşit $\vec{v}$ çizgisel hızlarla ayrı ayrı döndürülmektedir.



- a) Çubuğun her iki şekildeki açısal momentumları arasındaki ilişki eylemsizlik momenti ve açısal hız kavramı kullanılarak nasıl açıklanabilir?

- b) Çubuğun sağ uç noktasının açısal momentumunun her iki şekilde de eşit olması için ne yapılabilir?

- 2) Aşağıdaki şekilde sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda duran, O noktasından menteşe ile sabitlenmiş, ℓ uzunluğunda ve m kütleli homojen bir çubuk verilmiştir.



- a) Çubuk yatay konumda iken serbest bırakıldığında çubuğa etki eden torka neden olan kuvveti şekil üzerinde çiziniz.
- b) Çubuğa etki eden tork büyüklüğünü kullanarak çubuğun ilk açısal ivmesini bulunuz. İşlemlerinizi aşağıdaki boş alana yazınız. ($I_{\text{çubuk}} = \frac{1}{3} m \cdot r^2$)

- c) Çubuğun sağ ucu ve orta noktasının ilk açısal ivmeleriyle çizgisel ivmeleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.4: Açısal momentumun korunumunu günlük hayattan örneklerle açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	DÖNER SANDALYE	🕒 15 dk.
Amacı	Açısal momentumun korunumunu gözlemleyebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinliğin 1. Yönergesi sınıfta ve seçilen/gönüllü olan biri uygulayıcı diğeri yardımcı iki öğrenci tarafından yapılacaktır. Diğer öğrenciler gözlemci olacaklardır. Etkinlik öncesinde kullanılacak materyaller güvenlik açısından kontrol edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. 1. Yönerge'de gerçekleştirilen uygulamaların ardından öğrencilerin 2. Yönerge'de verilen soruları cevaplandırması istenmektedir.

1. Yönerge Arkadaşlarınızdan aşağıda belirtilen adımları uyguladığınız sırada gözlem yapmalarını ve dönüş hızı ile ilgili değişimleri not almalarını isteyiniz.

- ▶ Uygulayıcı olarak sağ ve sol elinize 1 kg'lık kütleleri alınız ve kollarınız açık vaziyette, döner sandalyeye oturunuz.
- ▶ Yardımcı arkadaşınıza sandalyeyi dengeli ve güvenli bir şekilde döndürmesi gerektiğini hatırlatınız. Sınıf arkadaşlarınızın gözlem yapmaları için kısa bir süre bu durumda bekleyiniz.
- ▶ Dönüş sırasında kütleleri kendinize doğru çekerek bekleyiniz.
- ▶ Dönüş sırasında tekrar kollarınızı açınız.
- ▶ Ağırlıklar olmadan aynı adımları tekrar ediniz.

2. Yönerge Ağırlıklı ve ağırlıksız yapılan uygulamalarda elde ettiğiniz bilgilerin tutarlılığını kontrol ederek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

① Sandalye dönerken kolların açık ve kapalı olması durumunda dönme hızında ne gibi değişiklikler olduğunu yazınız.

② Dönme hızındaki değişikliklerin sebeplerini yazınız.

③ Gözlemlediğiniz sonuçlara bakarak günlük hayattan açısal momentumun korunumu ile ilgili bir örnek veriniz.



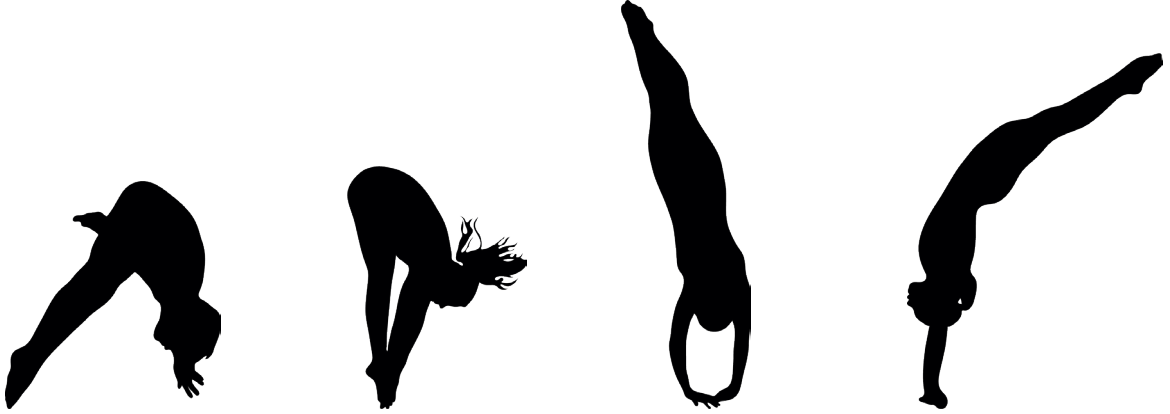
1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.4: Açısal momentumun korunumunu günlük hayattan örneklerle açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	HAYATIMIZDA AÇISAL MOMENTUM	🕒 15 dk.
Amacı	Günlük hayattan örneklerle açısal momentumun korunumunu açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Atlama, belirli bir yükseklikteki trampren veya kuleden atlayıp havada çeşitli taklalar atarak suya dimdik girmeye dayanan bir spor dalıdır. Aşağıda atlama sporuna ait görseller verilmiştir.



Buna göre yarışmalarda trampren ve kuleden atlayan sporcuların takla atarken dizlerini görseldeki gibi vücutlarına çekmelerinin sebebi nedir? Kısaca açıklayınız.

- ② Buz pateni yapan bir sporcu kendi eksenini etrafında dönebilmek için sırasıyla Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki hareketleri yapmıştır.



Şekil I

Şekil II

Şekil III

Buna göre buz patencisini Şekil I ve Şekil II'deki pozisyonları olarak Şekil III'teki amacına ulaştıran ögeler nelerdir?

- 3) Dünya, Güneş etrafında dönerken eliptik bir yörünge izler. Dışarıdan bir kuvvet uygulanmadığı için sabit bir açısal momentuma sahiptir.

Buna göre Dünya eliptik hareketini sürdürürken Güneşe yakın ve uzak olma durumlarında eylemsizlik momenti, çizgisel hızı ve açısal hızı nasıl değişir? Açıklayınız.

- 4) Aşağıdaki görsellerde bir haberleşme uydusu ile uzay çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla görev yapan Hubble Uzay Teleskobu verilmiştir. Birçok uyduda ve Hubble Uzay Teleskobu'nda dönen çarklar kullanılmaktadır. Bu çarklar uzay aracının çok hassas dönüş yapması gerektiği durumlarda kullanılır ve uzay aracının sadece kendi etrafında dönmesini sağlar. Açısal momentumun korunumu ilkesinden yararlanılan bu sistemde, çarklar belirli bir yönde döndüğünde uzay aracı sistemin toplam açısal momentumu sabit kalacak şekilde tepki verir. Bu çarkların dönmesi için gerekli enerji ise genellikle güneş panellerinden sağlanır.



Görsel I: Haberleşme Uydusu



Görsel II: Hubble Uzay Teleskobu

- a) Haberleşme uydusunun ve Hubble Uzay Teleskobu'nun dönen çarklarla gerçekleştirdiği kendi etrafında dönme hareketini günlük hayatımızda nasıl taklit edebiliriz? Kısaca açıklayınız.

- b) Haberleşme uyduları kendi etraflarında dönme hareketi yapamaları hangi alanlarda problemler olacağını kısaca açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.3.4: Açısal momentumun korunumunu günlük hayattan örneklerle açıkla.

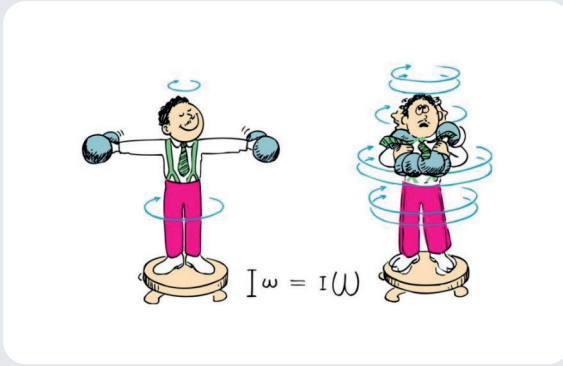
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SPORTİF MOMENTUM	🕒 20 dk.
Amacı	Açısal momentum korunumunun spor dallarındaki etkisini açıklayabilme.	👤 Bireysel

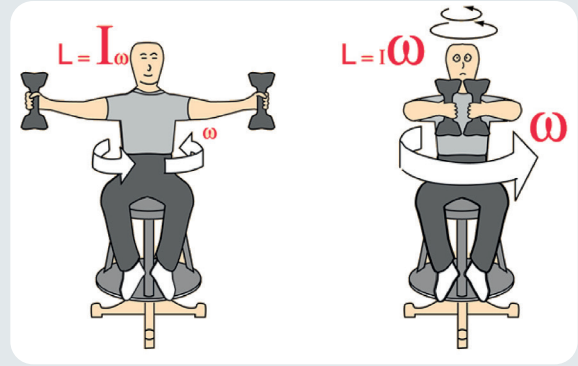
Yönerge

Aşağıdaki verilen metin ve görsellerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Şekil I'deki gibi kendi eksenini etrafında dönebilen bir platform üzerinde veya Şeki II'deki gibi kendi eksenini etrafında dönebilen bir sandalyede kolları açık bir şekilde dönerken eylemsizlik momenti (I) büyük ise açısal hızı (ω) küçük olur. Kişi, kollarını vücuduna doğru çektiğinde eylemsizlik momenti azalır ve açısal momentum korunumu gereği açısal hızı artar. Sisteme dışarıdan herhangi bir kuvvetin döndürme etkisi olmadığı sürece açısal momentum korunur.



Şekil I: Döner platform üzerindeki kişi



Şekil II: Döner sandalyede egzersiz yapan kişi

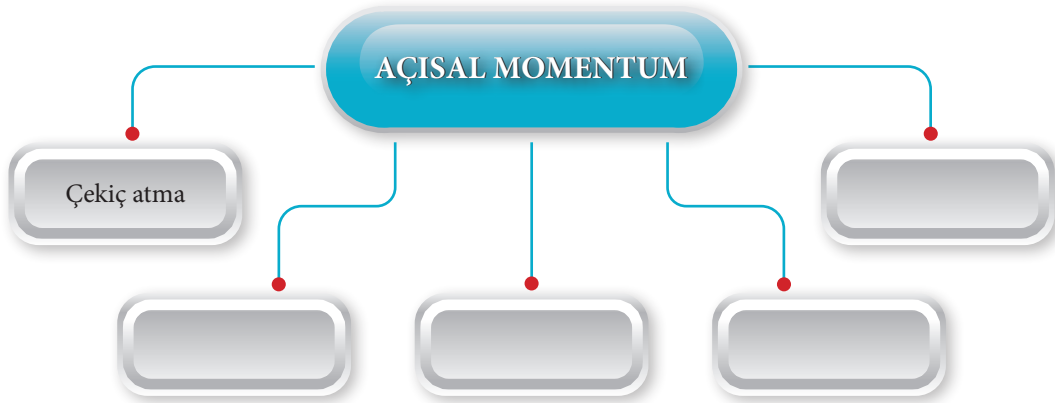
- 1 Atlama sporu yapan bir sporcunun trampleden atlarken kollarını ve gövdesini hızlı bir şekilde öne doğru bükmesinin ve suya dalış anında kol ve bacaklarını yeniden açmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

- 2 Artistik buz pateni yapan bir sporcunun dönüş esnasında kol ve bacaklarını kapatmasının nedeni nedir? Bu sporcu açısal hızını azaltmak isterse ne yapmalıdır? Açıklayınız.



- ③ Artistik buz pateni yapan sporcu ellerine bir ağırlık alarak kol ve bacaklarını kapatsaydı ne olurdu? Açıklayınız.

- ④ Sporcuların açısal momentumdan yararlandığını düşündüğünüz diğer spor dallarını aşağıdaki panoya yazınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.4.1: Kütle çekim kuvvetini açıklar.

a) Kütle çekim kuvvetine değinilir. Matematiksel model verilir. Matematiksel hesaplamalara girilmez.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BİLDİĞİMİZ TEK EVRENSEL YASA	🕒 20 dk.
Amacı	Evrensel çekim kuvveti ile ilgili farklı bakış açılarını değerlendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Ayın ve gezegenlerin hareketleri hakkında pek çok veri 1687'den önce toplanmıştı. Fakat bu gök cisimlerinin bilinen hareketlerine neden olan kuvvetler net olarak anlaşılamamıştı. Ancak o yıl, Isaac Newton gökyüzünün sırlarını açan anahtarı buldu. O, Birinci Kanun'a göre ayın üzerine net bir kuvvetin etki etmesi gerektiğini biliyordu. Aksi takdirde ay, yaklaşık dairesel bir yörüngeden ziyade doğrusal yörüngede hareket ederdi. Newton, bu kuvvetin Dünya'nın Ay üzerine uyguladığı kütle çekiminin bir sonucu olduğu kanısına vardı. O aynı zamanda, Yer-Ay ve Güneş-gezegen için çekim kuvvetlerinin yalnızca bu sistemlere ait özel bir şey olmadığını gördü. Başka bir söyleyişle, Ay'ın yörüngesinde dolanmasını sağlayan aynı çekim kuvvetinin, ağaçtaki bir elmanın da yere düşmesine neden olduğunu gördü. Newton şunları yazdı, "Gezegenleri yörüngelerinde tutan kuvvetlerin, gezegenlerin etrafında döndükleri merkezlerden olan uzaklıkların kareleri ile ters ile orantılı olması gerektiğini buldum ve Ay'ı yörüngesinde tutmak için gerekli kuvveti, yerin yüzeyindeki çekim kuvveti ile karşılaştırdım ve bunların iyi bir uyum gösterdiklerini gördüm."

1687'de Newton, evrensel çekim yasası üzerine olan çalışmasını Doğal Birimlerin Matematik İlkeleri adlı kitabında yayımladı. Newton'ın evrensel kütle çekim yasası "Evrendeki her parçacık, başka bir parçacığı, kütlelerinin çarpımı ile doğru orantılı ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olan bir kuvvetle çeker." şeklinde ifade edilir. Eğer parçacıkların kütleleri m_1 ve m_2 ise ve birbirinden r gibi bir uzaklıkta bulunuyorlarsa, çekim kuvvetinin büyüklüğü $F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ olur.

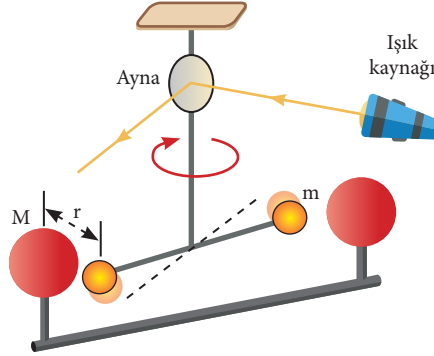
R. A. Serway ve R. J. Beichner, Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1 (Alınmıştır.)

- 1 Sizce Newton, Birinci Kanun ile Ay'ın yörüngesi arasında nasıl bir ilişki kurmuş olabilir? Kısaca açıklayınız.

- 2 Metindeki "Ay'ın yörüngesinde dolanmasını sağlayan aynı çekim kuvvetinin, ağaçtaki bir elmanın da yere düşmesine neden olduğunu gördü." cümlesinden yararlanarak nasıl bir matematiksel model yazılabilir?

- 3 Kütle çekim kuvveti ile elektriksel kuvvetin (Coulomb kuvveti) matematiksel modellerini karşılaştırarak aralarındaki benzerlikleri açıklayınız.

- 4 Çekim kuvvetinin büyüklüğünün hesaplanmasında kullanılan matematiksel modelde geçen G , evrensel çekim sabiti denilen bir sabittir. G 'nin değeri Newton'ın ölümünden 71 yıl sonra Henry Cavendish tarafından deneysel olarak ölçülmüştür. Cavendish Deneyi olarak bilinen deneyde kullanılan düzenek aşağıdaki şekilde şematik olarak verilmiştir. İki büyük kurşun top, şekildeki gibi küçük kurşun toplara yaklaştırıldığında fiber askıda burulma meydana gelir. Burulma sonucunda aynanın yönü değişir ve ölçek üzerindeki ışığın kayma miktarı ölçülür.



- a) Bu deneyde hangi kuvvet ve özelliklerden yararlanılmıştır? Belirttiğiniz kuvvet ve özellikler deneyin hangi aşamasında etkili olmuştur?

- b) Bu deney ile kütle çekim kuvveti de hesaplanabilir mi? Açıklayınız.




1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.4.1: Kütle çekim kuvvetini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÖRMEDİĞİNİ BİLMEK!	🕒 20 dk.
Amacı	İki cisim ya da gök cisimleri arasındaki kütleli etkileşimi simülasyonlar ile gözlemleyerek değerlendirebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda verilen bağlantıdaki simülasyonu açınız ve belirtilen basamakları uygulayınız. Kütle çekim kuvvetinin özellikleri ile ilgili tabloyu simülasyon ekranındaki ilk ve etkinlik sırasında oluşacak değerleri not etmek için kullanınız.

https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_tr.html

Kütle 1 (kg)	Kütle 2 (kg)	Kütleler arası uzaklık (m)	m_1 'in m_2 'ye uyguladığı kuvvet ve yönü	m_2 'nin m_1 'e uyguladığı kuvvet ve yönü

- Sağ altta yer alan “Kuvvet Değerleri” bölümünde “Scientific Notation” seçeneğini işaretleyiniz.
- Metreyi “0” başlangıç noktası m_1 kütlelerinin merkez noktasına gelecek şekilde taşıyınız. Metre üzerindeki değerler ile cisimlerin merkez noktalarının aynı doğrultu üzerinde olmasına dikkat ediniz.
- m_1 cisminin kütle değerini “Kütle 1” alanındaki mavi şerit çubuğunu ya da yön oklarını kullanarak iki katına çıkarınız. Oluşan değerleri tabloya kaydediniz.
- m_1 cisminin kütle değerini ilk değerine getirerek m_2 cisminin kütle değerini “Kütle 2” alanındaki kırmızı şerit çubuğunu ya da yön oklarını kullanarak $\frac{1}{2}$ oranında azaltınız. Oluşan değerleri tabloya kaydediniz.
- m_2 cisminin kütle değerini ilk değerine getiriniz ve cismi sağa çekerek cisimler arasındaki mesafeyi iki katına çıkarınız. Oluşan değerleri tabloya kaydediniz.
- Cisimler arasındaki mesafeyi ilk değerine getiriniz ve m_2 cismini sola çekerek cisimler arasındaki mesafeyi $\frac{1}{2}$ oranında azaltınız. Oluşan değerleri tabloya kaydediniz.

2. Yönerge

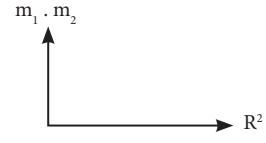
Simülasyondan ve tablodaki verilerden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Cisimlerin birbirine uyguladıkları kütle çekim kuvvetinin yönlerini incelediğinizde ne gibi benzerlik ya da farklılıklar gözlemlediniz? Kısaca açıklayınız.

- ② İki cismin etkileşiminden kaynaklanan kütle çekim kuvvetinin cisimlerin kütle değerleri ve cisimler arasındaki mesafe ile nasıl bir ilişkisi vardır? 2 m uzağınızda bulunan arkadaşınıza uyguladığınız kütle çekim kuvvetini arttırmak için ne yapılabilir? Açıklayınız.

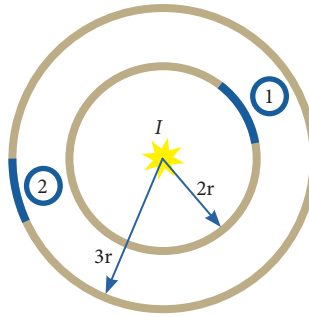


- ③ Kütle çekim kuvveti, kütle değerleri ve mesafe arasındaki ilişkiye göre $F - m_1 \cdot m_2$, $F - R^2$ ve $m_1 \cdot m_2 - R^2$ değişimlerine ait grafikleri aşağıda verilen grafikler üzerinde çiziniz.



- ④ Simülasyonda kullanılan cisimlerin herhangi bir durumunu ele alarak aralarına bir cisim bırakıldığını varsayınız. Bu cismin üzerine etki eden net kütle çekim kuvveti nasıl sıfır olabilir? Kısaca açıklayınız.

- ⑤ Kütle çekim kuvvetinin iki parçacık arasındaki mesafe ile ilişkisi noktasal bir kaynaktan çıkan aydınlanma şiddetinin uzaklık ile ilişkisine benzetilebilir mi? Aşağıdaki şekilde verilen noktasal ışık kaynağının numaralandırılmış, eşit büyüklükteki yüzeylerde aydınlanma şiddetini hesaplayarak cevabınızın tutarlılığını kontrol ediniz.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.4.1: Kütle çekim kuvvetini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

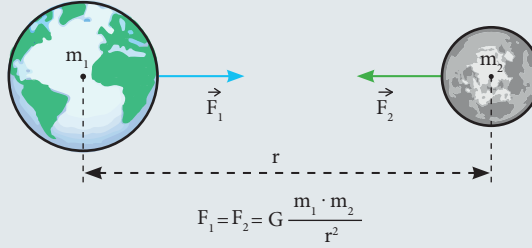
Etkinlik İsmi	KÜTLE ÇEKİM KUVVETİ	🕒 15 dk.
Amacı	Kütle çekim kuvvetini ve matematiksel modelini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Kütle çekim kuvveti, kütlelerin birbirine uyguladığı 4 temel kuvvetten en zayıf olanıdır. Atom altı parçacık seviyesinde belirgin bir etkisi olmamasına rağmen, astronomik cisimlerin şekillerinin oluşumunda ve yörüngelerinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Ayrıca Ay'ın ve yapay uyduların dolanım hareketinin sebebi de kütle çekim kuvvetidir. Kütle çekim kuvveti kütlelerin çarpımıyla doğru orantılı, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.

Kütle çekim kuvveti aşağıda belirtildiği şekilde ifade edilir. Buradaki G değeri evrensel çekim sabitidir.



- 1) Dünya ile Güneş arasındaki çekim kuvvetinin büyüklüğü F kadardır. Dünya'nın kütlesi şimdiki kütlesinin 4 katı, Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık şu anki uzaklığın 2 katı olsaydı birbirlerine uyguladıkları çekim kuvvetinin büyüklüğünün kaç F olduğunu hesaplayınız

- 2) a) Gelgit olayının gerçekleşmesinin sebebi nedir?

- b) Eğer Ay'da deniz olsaydı aynı olay gerçekleşir miydi? Nedenini açıklayınız.

- 3) Kütle çekim kuvveti olmasaydı Dünya'nın yüzeyindeki cisimlere ne olurdu? Açıklayınız.

- 4) Ekvator bölgesinden Güney Kutbu'na gidilirse üzerimize etki eden kütle çekim kuvveti nasıl değişir? Açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.4.2: Newton'ın Hareket Kanunları'nı kullanarak kütle çekim ivmesinin bağlı olduğu değişkenleri belirler.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	BİR ARADAYIZ	🕒 20 dk.
Amacı	Kütle çekim kuvvetinden yola çıkarak yer çekimi ivmesini yorumlayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Newton “Doğa Bilimlerinin Matematik İlkeleri” isimli kitabında, Ay’ı yörüngesinde tutması için gerekli olan kuvveti, yerin yüzeyindeki çekim kuvvetiyle karşılaştırdığını ve bunların iyi bir uyum gösterdiğini yazmıştır. Bu ifadeye göre m kütleli Ay’ı yörüngesinde tutmak için gerekli olan kuvvet, M kütleli Dünya yüzeyindeki çekim kuvveti ile aynıdır. Bu iki denklemi eşitleyip Ay’ın etkisinde kaldığı yer çekimi ivmesi için bir matematiksel model elde ediniz. Elde ettiğiniz matematiksel modeli yorumlayınız.

2. Yönerge

Dünya’yı homojen bir küre olarak düşününüz. Yer çekimi ivmesi Dünya yüzeyinden merkezine doğru gidildikçe Dünya’nın merkezine olan uzaklık ile doğru orantılı olarak azalır ve merkezde sıfır olur. Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça ise uzaklığın karesi ile ters orantılı olacak şekilde azalır. Yer çekimi ivmesinin bu şekilde değişimine neden olan, çekim alanındaki değişme olduğuna göre Dünya’nın içinde, yüzeyinde ve dışında çekim alanı kuvvet çizgilerinin nasıl olacağını çiziniz. Kuvvet çizgilerini yüklü parçacıkların etrafındaki elektrik alan çizgilerine benzer şekilde düşününüz ve yönünü yer çekimi ivmesi ile aynı yönde alınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.4.2: Newton'ın Hareket Kanunları'nı kullanarak kütle çekim ivmesinin bağlı olduğu değişkenleri belirler.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

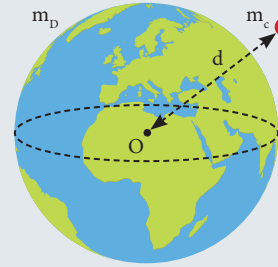
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KÜTLE ÇEKİM İVMESİ	🕒 15 dk.
Amacı	Yer çekimi ivmesinin günlük hayata etkilerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Newton'ın İkinci Hareket Yasası'na göre net kuvvet etkisindeki cisimler bu kuvvet yönünde ivmelenir. m_D kütleli Dünya'nın kütle merkezinden (O) d kadar uzaktaki m_C kütleli bir cisim, sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda serbest bırakılmıştır. Bu cisim Dünya'nın kütle çekim kuvveti etkisinde kütle çekim ivmesiyle (yer çekimi ivmesiyle) yeryüzüne düşer.



- ① Kütle çekim kuvveti ile Newton'ın İkinci Hareket Yasası'nı ilişkilendirerek Dünya'nın dışındaki yer çekimi ivmesinin ($\vec{g}$) matematiksel modelini bulunuz. Bu modelden yararlanarak yer çekimi ivmesinin bağlı olduğu değişkenleri belirleyiniz.

- ② Dünya'nın en yüksek binası, 828 m yüksekliğindeki Burj Khalifa'dır (Burj Halifa). Ali, Ayşe ve Ceren sırasıyla bu binada yerden 50 m, 400 m ve 800 m yukarıdaki ofislerde çalışmaktadır. Ali, Ayşe ve Ceren'in ofislerindeki yer çekimi ivmeleri arasında fark var mıdır? Açıklayınız.

- ③ Aşağıda verilen tabloda K ve L gezegenlerinin kütleleri m , yarıçapları r cinsinden verilmiştir. Buna göre:

Gezegen	Kütlesi	Yarıçapı
K	m	r
L	$4m$	$4r$

- a) Gezegenlerin yüzeylerindeki kütle çekim ivmelerinin büyüklüklerini karşılaştırınız.

- b) K ve L gezegenlerinde aynı hızla zıplayan bir sporcu hangi gezegende daha fazla yükselir? Açıklayınız.

- ④ Dünya'nın şekli tam bir küre olmayıp kutuplardan biraz basıktır ve ekvatora yakınlık sırasına göre Türkiye'den Hatay, Azerbaycan'dan Salyan ve Özbekistan'dan Nukus şehirleri olarak sıralanmaktadır. Dünya'nın yoğunluğu homojen ve dış yüzeyi düzgün kabul edilirse roket fırlatma işleminde yakıt maliyetinin en az olması için bu şehirlerden hangisi seçilmelidir? Açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.4.2: Newton'ın Hareket Kanunları'nı kullanarak kütle çekim ivmesinin bağlı olduğu değişkenleri belirler.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

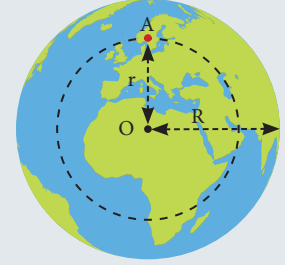
Etkinlik İsmi	HER KÜTLENİN KÜTLE ÇEKİM ALANI	🕒 10 dk.
Amacı	Dünya'nın içinde, yüzeyinde ve dışındaki çekim alanını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki soruları ilgili metinlerden yararlanarak cevaplayınız.

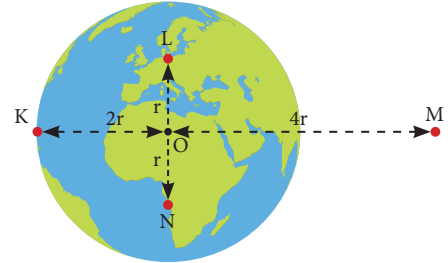
Her kütlelerin bir kütle çekim alanı vardır. Dünya'nın oluşturduğu kütle çekim alanının yönü, o noktadaki bir cismin sahip olduğu yer çekimi ivmesiyle aynıdır. Yandaki şekilde yarıçapı R olan Dünya içinde, Dünya'nın merkezine (O) göre r yarıçaplı bir kürenin yüzeyi kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Kesikli çizginin dışında kalan küresel kabuğun A noktasında oluşturduğu bileşke kütle çekim alanı sıfırdır. A noktasındaki kütle çekim alanı, r yarıçaplı kürenin kütlesinden (m) kaynaklanmaktadır. Dünya'da yoğunluklu homojen bir küre olarak kabul edilirse

$$m = d \cdot V = d \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \text{ olur.}$$

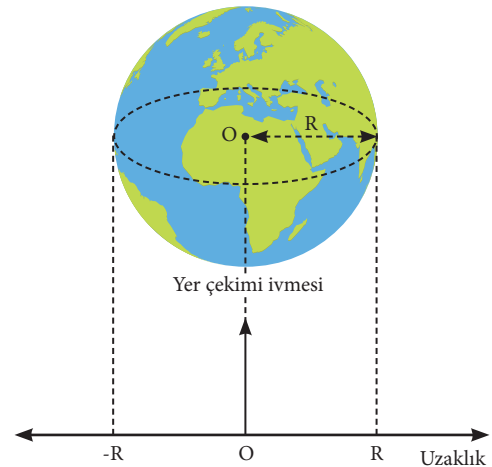


- ① Metinde verilen kütle modelini ve yer çekimi ivmesine ait matematiksel modeli kullanarak Dünya'nın içinde herhangi bir noktadaki kütle çekim ivmesini, bu noktanın Dünya'nın kütle merkezine uzaklığı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

- ② Yandaki şekilde Dünya modelinin yarıçapı $2r$ olarak verilmiştir. Dünya'nın yüzeyindeki K noktasında kütle çekim ivmesinin büyüklüğü g ise Dünya'nın merkezinden r uzaklıktaki L ve N noktalarıyla $4r$ uzaklıktaki M noktasında kaç g 'dir? K , L , M ve N noktalarındaki çekim alanı kuvvet çizgilerinin yönünü şekil üzerinde çiziniz.



- ③ Yer çekimi ivmesinin Dünya'nın merkezine (O) olan uzaklığına bağlı değişim grafiğini yan tarafta verilen şekil üzerinde çizerek açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.4.3: Kütle çekim potansiyel enerjisini açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

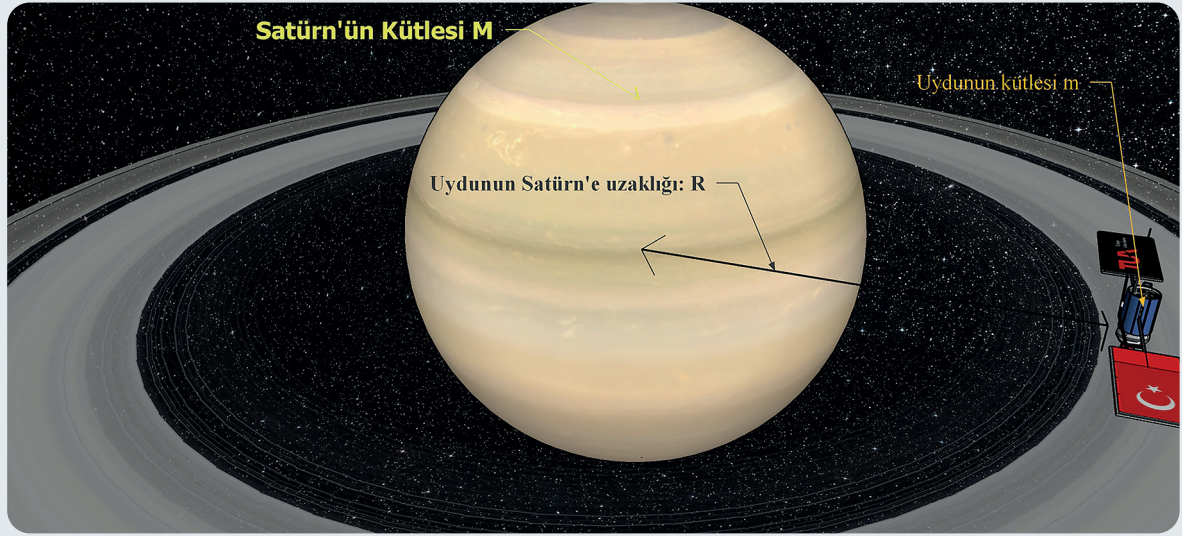
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	3D ÇEKİM	🕒 20 dk.
Amacı	Kütle çekim potansiyel enerjisi ile birlikte bağlanma ve kurtulma enerjilerini açıklayabilmek.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

Aşağıdaki şekilde Satürn'ün yörüngesinde dolanan bir uydu görülmektedir. Gezegenin kütlesi M , uydunun kütlesi m ve uydunun gezegene uzaklığı R ile verilmiştir. Gravitasyonel çekim sabiti G , uyduya ait çekim potansiyel enerjisi E_p , kinetik enerji E_k , toplam enerji E_{top} , kurtulma enerjisi E_{kurt} ve bağlanma enerjisi $E_{bağ}$ olarak ifade edilmiştir.



- ① Uyduya ait E_p , E_k , E_{top} , E_{kurt} ve $E_{bağ}$ verilerinin bulunduğu aşağıdaki tablonun boş bırakılan bölümlerini doldurunuz.

	Uydu, gezegenden R uzaklıkta iken	Uydu, gezegenden 2R uzaklıkta iken	Uydu, gezegenden 3R uzaklıkta iken
$E_p = -G \cdot m \cdot \frac{M}{R}$	$-G \cdot m \cdot \frac{M}{R} = -2U$	$-G \cdot m \cdot \frac{M}{2R} = -U$	
$E_k = G \cdot m \cdot \frac{M}{2R}$	$G \cdot m \cdot \frac{M}{2R} = U$		
$E_{top} = E_k + E_p$			
$E_{kurt} = -E_p$			
$E_{bağ} = -E_{top}$			

- ② Uydunun gezegene olan uzaklığına bağlı olarak kurtulma ve bağlanma enerjilerinin nasıl değiştiğini açıklayınız.





1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.4.3: Kütle çekim potansiyel enerjisini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	AZMİN YOLCULUĞU	🕒 20 dk.
Amacı	Perseverance (azim) keşif aracının Mars'a yolculuğundan hareketle kütle çekim potansiyel enerjisini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge Aşağıdaki soruları metne göre cevaplayınız.

Gökay, astronomiye meraklı lise son sınıf öğrencisidir. NASA'nın Mars için geliştirmiş olduğu Perseverance keşif aracının Dünya merkezine en uzak olan Ekvator'a yakın bölgede bulunan Florida Cape Canaveral roket fırlatma rampasından uçuşunu izlemek için bilgisayarın başına geçmiştir. Üzerine birden fazla yakıt tankı yerleştirilmiş olan keşif aracı; Dünya'nın dönme yönünden dolayı doğu yönünde fırlatılmış ve keşif aracının izleyeceği yörünge, hız ve kütle çekim potansiyel enerji değerleri anbean verilmiştir. Gökay, yayın sırasında yer çekimi ivmesiyle değişen kütle çekim potansiyel enerji hesabının Dünya üzerinde ve dışında farklı olduğunu görmüştür. Ayrıca araç üzerinde bulunan yakıt tanklarından biri, Dünya yüzeyindeki çekim etkisinden diğeri ise Dünya yörüngesinden kurtularak yörüngeye bağlanmak için kullanılmış ve 6 ay sürecek olan azmin yolculuğu tam anlamıyla başlamıştır.

- 1) Kütle çekim potansiyel enerjisinin Dünya üzerinde ve dışında farklı hesaplanmasının sebebi ne olabilir? Açıklayınız.
- 2) Yakıt tanklarının Dünya yüzeyindeki çekim etkisinden ve Dünya yörüngesinden kurtulmak için kullanılma sebepleri neler olabilir? Açıklayınız.
- 3) Florida Cape Canaveral roket fırlatma rampasının Ekvator bölgesine kurulma sebebi ne olabilir? Açıklayınız.
- 4) Uzay araçlarının doğu yönünde fırlatılma sebebi ne olabilir? Açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket Kazanım 12.1.5.1: Kepler Kanunları'nı açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KEPLER'İN GEZEGENSEL HAREKET YASALARI	🕒 20 dk.
Amacı	Gök cisimleri ve hareketleri hakkında çalışmalar yapan bilim insanlarını tanıyarak, Kepler Kanunları'nı ifade edebilme.	👤 Bireysel

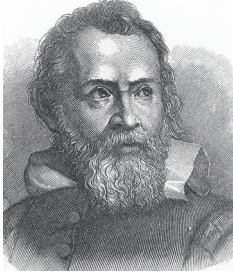
Öğretmene Not: Bu etkinlik iki bölümden oluşmaktadır. 1. Bölüm: Öğrencilerin evde yapacakları araştırma çalışmasıdır. 2. Bölüm: Ders sürecinde yapılacaktır.

1. Bölüm: ARAŞTIRALIM

Aşağıda kütle çekimi ve gezegenlerin hareketi üzerinde çalışma yapan bazı bilim insanları verilmiştir. Bu bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızı etkinlikte verilen yerlere özet halinde yazınız.



Uluğ Bey



Galileo



Ali Kuşçu



Kepler



2. Bölüm: DEĞERLENDİRELİM

Yönerge

Araştırma sonuçlarınızdan edindiğiniz bilgilere dayanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Çalışmalarını araştırdığınız bilim insanlarının kütle çekim kuvveti ve gezegenlerin hareketi ile ilgili ortak görüşleri nelerdir? Açıklayınız.

- ② Kepler Yasaları'nı aşağıdaki şemada boş bırakılan yerlere yazarak açıklayınız.

KEPLER YASALARI

- ③ Kepler Yasaları tarihi süreç içinde hangi düşüncelerin geçersiz olmasına neden olmuştur? Açıklayınız.

- ④ Kepler kütle çekimi ile ilgili bilimsel süreci tamamlamış mıdır? Günümüzde kütle çekimi ile ilgili çalışmalar yapılmakta mıdır? Açıklayınız.



1. ÜNİTE > Çembersel Hareket

Kazanım 12.1.5.1: Kepler Kanunları'nı açıklar. a) Matematiksel hesaplamalara girilmez.

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

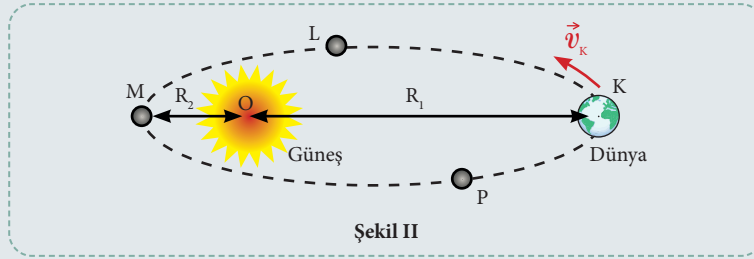
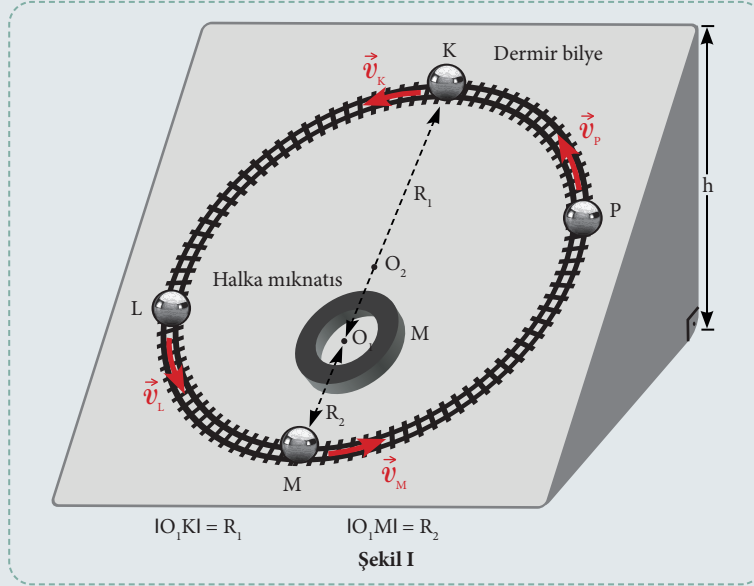
Etkinlik İsmi	KEPLER'İ NASIL ANLARIM?	🕒 15 dk.
Amacı	Kepler Kanunları'nı diğer temas gerektirmeyen kuvvetlerle ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik Kepler Kanunları konusundan sonra verilmelidir.

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve şekillerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Şekil I'de verilen düzenekteki eğik düzlem üzerindeki ray sürtünmesizdir. M kütleli halka mıknatıs merkezi O_1 olacak şekilde eğik düzleme sabitlenmiştir. Demir bilye K noktasından v_K hızıyla geçerek ray içerisinde hareketini sürdürmektedir. m kütleli demir bilye halka mıknatısın etki alanı içerisinde. Demir bilyenin K noktasında sahip olduğu potansiyel enerji, yükseklik farkından dolayı M noktasında sahip olduğu potansiyel enerjiden fazladır. Şekil II'de Dünya'nın Güneş etrafında izlediği yörünge verilmiştir.



- ① Sizce m kütleli demir bilyenin izlediği yörünge ile Dünya'nın Güneş etrafında izlediği yörünge arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

- ② Sizce m kütleli demir bilyenin yörüngedeki K, L, M ve P noktalarından geçerken sahip olduğu hız büyüklükleri v_K , v_L , v_M ve v_P arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.



- ③ K, L, M ve P noktalarının Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi üzerinde olduğunu kabul ediniz. Bu noktalarda m kütleli demir bilye ile Dünya'nın kendi yörüngelerindeki hız büyüklüklerini karşılaştırınız. Elde ettiğiniz sonucu yorumlayınız.

- ④ Sizce m kütleli demir bilyenin K ve M noktalarını geçtiği andan itibaren aynı süre içinde yörünge üzerinde katettiği yörünge parçalarının uzunluğu arasında nasıl bir ilişki vardır?

- ⑤ Cismin yörünge üzerinde katettiği yörünge parçalarının uzunluğu ile Kepler'in Alanlar Yasası arasında nasıl bir bağlantı kurulabilir?

- ⑥ Şekil I'de m kütleli demir bilyeye etki eden manyetik çekim kuvveti ile merkezci kuvvetini ilişkilendirerek Kepler'in Periyotlar Kanunu'nun matematiksel modelini elde ediniz.



**1. ÜNİTE > Çembersel Hareket**

Kazanım 12.1.5.1: Kepler Kanunları'nı açıkla.

b) Galileo Galilei, Ali Kuşçu ve Uluğ Bey'in gök cisimleri ve gök cisimlerinin hareketleri ile ilgili çalışmalarına yer verilir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BİLGİ MİRASI	🕒 15 dk.
Amacı	Evren modeli üzerine çalışmalar yapmış bilim insanları hakkında bilgi edinebilme.	👤 Bireysel

Yönerge*Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Uluğ Bey (1394-1449) "Ziyc-i Gürgani", "Ziyc-i Cedidi Sultan" ya da "Ziyc-i Uluğ Bey" adları ile anılan yıldız kataloğunu hazırlamıştır. Bu eser hazırlanırken yer merkezli evren modeli benimsenerek tüm gök cisimlerinin yer etrafında döndüğü kabul edilmiştir. Bu yer merkezli evren modeline göre de takvim oluşturulmuştur.

Ali Kuşçu (1403-1474) Uluğ Bey'in yanında daha sonra Fatih Sultan Mehmet'in hizmetinde de çalışmıştır. O'nun astronomiye merakının Uluğ Bey ile ilgili olduğu sanılmakla beraber Ali Kuşçu ölünceye kadar astronomiyi bırakmamıştır. Kadızade-i Rumi de Ali Kuşçu'nun hocasıdır. Ali Kuşçu Ay'ın hareketi ve haritası ile ilgili "Risalat Hall El- Aşkar El-Kamer" adlı eseri ile Dünya'yı yuvarlak olarak çizdiği ve Dünya yüzeyinde Türklerin yaşadığı bölgeleri gösterdiği "Risaletün Fi'l Hey" eserini de yazmıştır.

Galileo Galilei (Galileo Galile) (1564-1642) Matematik ve felsefeyle de uğraşmış, çok genç yaşlarda deneyler yapmış, üstün teleskoplar yaparak uzay ile ilgili detaylı gözlemler yapmıştır. Galilei, yer merkezli evren modelini değil kendinden önce yaşamış Kopernik'in ileri sürdüğü Güneş merkezli evren kuramını benimsemiştir. Eserleri "Yıldız Habercileri" ve "Kopernik Teorisi"dir.

- 1 Uluğ Bey'in benimsediği yer merkezli evren modelinin günümüzde geçerliliği hakkında düşünceleriniz nelerdir?

- 2 Sizce bilimde kabullenmelerin ve bilim insanlarının yazılı eserler bırakmalarının bilime ne gibi katkıları olmuştur?

- 3 Uluğ Bey, Ali Kuşçu ve Galileo Galilei'nin yaşadığı dönemlere baktığınızda astronomide hangi düşünceler değişime uğramıştır?

- 4 Sizce yer merkezli modelden Güneş merkezli evren modeline geçişin sosyal hayata etkileri ne olabilir?

- 5 Günümüzde yer merkezli evren modeli kullanılmış olsaydı günlük hayatınızı düzenlemede bu model nasıl kullanırdınız?





2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket

Kazanım 12.2.1.1: Basit harmonik hareketi düzgün çembersel hareketi kullanarak açıklar.
b) Yay sarkacı ve basit sarkaç için uzanım, genlik, periyot, frekans, geri çağırıcı kuvvet ve denge noktası kavramları harmonik hareket örnekleri ile açıklanır.

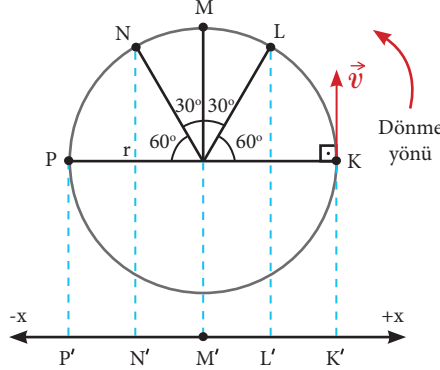
Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÖLGEM BENDEN FARKLI MI?	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel hareketi, basit harmonik hareket ile ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen dönme yönü verilen cisim düşey düzlemde ve r yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapmaktadır. Cismin yörünge merkezinin yatay düzlemdeki iz düşümü, x ekseninin başlangıç noktasıdır. Şekli inceleyerek soruları cevaplayınız.



- 1) Cismin şekildeki K, L, M, N ve P noktalarında bulunduğu andaki konum vektörlerinin x eksenindeki iz düşümünü çiziniz ve matematiksel ifadesini r yarıçap cinsinden ayrı ayrı bulunuz. x eksenindeki konum vektörünün büyüklüğündeki değişimin nedenini düzgün çembersel hareketle basit harmonik hareketi ilişkilendirerek açıklayınız.

- 2) Cismin şekildeki K-L, L-M, M-N ve N-P yollarını alma sürelerini, düzgün çembersel hareketin periyodunu T kabul ederek verilen açılarla ilişkilendirerek bulunuz. Cismin bu aralıkları geçiş süreleri arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız. Bulduğunuz bu süreleri hareketin frekansı cinsinden de bulunuz.

- 3) Cismin şekildeki K, L, M, N ve P noktalarında iken çizgisel hızının x eksenindeki izdüşümünü çizerek matematiksel modellerini oluşturunuz. Cismin K, L, M, N ve P noktaları arasındaki hız büyüklük değişimini, düzgün çembersel hareket ve basit harmonik hareketle ilişkilendirerek açıklayınız.

- 4) Cisme şekildeki K, L, M, N ve P noktalarında etki eden merkezci kuvvetlerinin x eksenindeki izdüşümlerini çizerek bu kuvvetlerin matematiksel modellerini oluşturunuz. Noktalara ait merkezci kuvvetle basit harmonik hareketteki geri çağırıcı kuvvet arasında nasıl bir benzerlik vardır? Açıklayınız.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket

Kazanım 12.2.1.1: Basit harmonik hareketi düzgün çembersel hareketi kullanarak açıklar.

b) Yay sarkacı ve basit sarkaç için uzanım, genlik, periyot, frekans, geri çağırıcı kuvvet ve denge noktası kavramları harmonik hareket örnekleri ile açıklanır.

Genel Beceriler: --

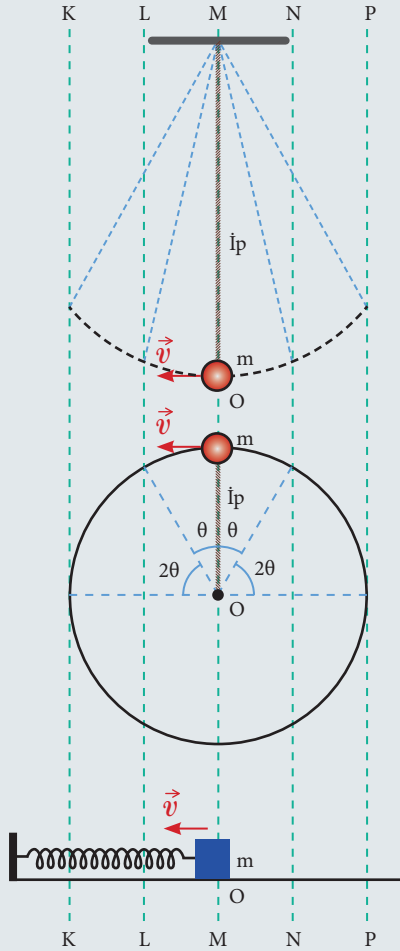
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	AKRABALIK BAĞLARI	🕒 20 dk.
Amacı	Düzgün çembersel hareketi kullanarak basit harmonik hareketi açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki metin ve şekilden hareketle soruları cevaplayınız.

Sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda basit sarkaç, düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan cisim ve yatay düzlemde bulunan yay sistemleri şekildeki gibi düşey doğrultular üzerine çizilerek verilmiştir. Sistemlerdeki m kütleli cisimlerin periyotları eşit ve T 'dir. Cisimlerin MM' düşey doğrultusundaki hızları eşit ve $\vec{V}$ olmaktadır. (Basit sarkaçtaki açılar, m kütleli cismin basit harmonik hareket yapabileceği kadar küçüktür.)



$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

- 1 Basit sarkaç, düzgün çembersel hareket ve yay sarkacındaki m kütleli cisimlerin K, L, M, N ve P noktalarındaki hız büyüklüklerini işlem yaparak bulunuz ve Tablo 1'deki boşluklara yazınız.



Tablo 1

	K	L	M	N	P
Basit sarkaç					
Düzgün çembersel hareket					
Yay sarkacı					

- 2 Düzgün çembersel hareket ve yay sarkacındaki m kütleli cisimlerin hareket yönlerini dikkate alarak, Tablo 2'de belirtilen noktalardaki hız yönlerini bir periyotluk süre için gösteriniz. (Cisimlerin K'den P'ye doğru hareketleri incelenirken K, L, M, N ve P noktaları için sırasıyla K', L', M', N' ve P' kullanılmıştır.)

Tablo 2

	M	L	K	K'	L'	M'	N'	P'	P	N
Düzgün çembersel hareket										
Yay sarkacı										

- 3 Cisimlerin Tablo 3'te verilen aralıkları alma sürelerini periyot cinsinden bularak uygun alanlara yazınız.

Tablo 3

	ML	LK	K'L'	L'M'	M'N'	N'P'	PN	NM
Basit sarkaç								
Düzgün çembersel hareket								
Yay sarkacı								

- 4 Yay sarkacında belirtilen noktalarda oluşan merkezci kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü bulunuz (Hooke Yasası). Bulduğunuz sonuçları Tablo 4'ün uygun alanlarına yazarak yorumlayınız.

Tablo 4

	M	L	K	K'	L'	M'	N'	P'	P	N
Yönü										
Büyüklüğü										



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.2: Basit harmonik harekette konumun zamana göre değişimini analiz eder.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Deney Düzenegi Kurma ve Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BALON SARKAÇ	🕒 25 dk.
Amacı	Basit harmonik harekette konumun zamana göre değişiminin grafiğini çizerek yorumlayabilme.	👤 Bireysel
Gerekli Materyaller: 1 m metal çubuk ya da oklava, 2 m ip, balon, 30 g duvar boyası renkli, 50 x 70 cm resim kâğıdı, toplu iğne, cetvel, kronometre, huni, 1 m ² naylon örtü, açı ölçer.		

1. Yönerge

Bu etkinlikte sizlerden verilen malzemeleri kullanarak basit harmonik harekette konumun zamana göre değişimini gösteren bir deney yapmanız istenmektedir. Deney düzeneği ile ilgili görsel ve deney basamakları aşağıda verilmiştir. Görseli inceleyerek deney basamaklarını sırası ile uygulayınız.



Not: Deneyi gerçekleştirirken yerleri ve kıyafetlerinizi kirletmemeye dikkat ediniz. İğneyi dikkatli kullanınız.



- Naylon örtüyü yere serip sabitleyiniz.
- Duvar boyasının içine 20 cm³ kadar su ilave edip karışım homojen oluncaya kadar karıştırınız.
- Karıştırılan boyayı balonun içine huni yardımıyla doldurunuz.
- Balonun ağzını bağlayınız.
- Şekildeki düzeneği kurunuz.
- 50 x 70 cm resim kâğıdını balonun altına şekildeki gibi yerleştiriniz.
- Balonu bağlı olduğu ipler denge konumundan 10°'den küçük açı yapacak şekilde çekiniz.
- Balonu altından toplu iğne ile deldikten sonra serbest bırakınız.
- Resim kâğıdını 1 yönünde sabit hızla çekiniz.
- Balonun A noktasından B noktasına gidip tekrar A noktasına gelinceye kadarki süreyi kronometre ile ölçerek not alınız.
- Boyanın oluşturduğu şekli konumun zamana bağlı grafiği şeklinde ifade ediniz.

2. Yönerge

Yapmış olduğunuz deneyden edindiğiniz bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Resim kâğıdında oluşan konumun zamana göre değişim grafiğini çiziniz.
- Çizmiş olduğunuz grafikte;
 - Cismin A noktasından O noktasına gelirken yaptığı hareketin özelliği nedir? Açıklayınız.
 - Cismin O noktasından B noktasına gelirken yaptığı hareketin özelliği nedir? Açıklayınız.
 - Cismin B noktasından O noktasına gelirken yaptığı hareketin özelliği nedir? Açıklayınız.
 - Cismin O noktasından A noktasına gelirken yaptığı hareketin özelliği nedir? Açıklayınız.
- Grafiğin bütününe bakıldığında hareket, trigonometrik olarak neyin grafiğine benzemektedir? İfade ediniz.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.2: Basit harmonik harekette konumun zamana göre değişimini analiz eder.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	HARMONİK HAREKET VE KONUM	🕒 20 dk.
Amacı	Basit harmonik harekette konumun zamana göre değişiminin grafiğini çizibilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge "Dairesel ve Basit Harmonik Hareket" adlı simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.

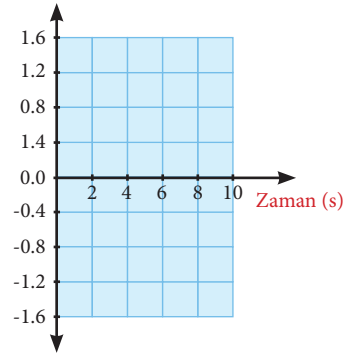
- Aşağıda verilen bağlantıdaki simülasyonu açınız.
<https://f.eba.gov.tr/fiziksimulasyon/12.2/DaireselveBasitHarmonik.html>
- Ekranın alt kısmında verilen "Bağlantı çizgisini göstermek için tıklayınız" kısmını etkin duruma getiriniz.
- Simülasyonda açısal hız değerini 1 rad/s, yarıçap değerini 1 m olarak ayarlayınız. Kırmızı top $\frac{1}{4}$ tur, $\frac{1}{2}$ tur, $\frac{3}{4}$ tur ve tam tur çizgilerine geldiğinde simülasyonu durdurarak zaman değerini Tablo 1'e kaydediniz. Oluşan uzanım-zaman grafiğini çiziniz.

Not: Sistemi tam belirtilen yerde durduramadığınızı düşünüyorsanız kılavuz çizgisi olarak verilmiş kırmızı ve yeşil çizgilerin belirtilen siyah çizgilerle çakışıp çakışmadığını "Geri" ve "İleri" tuşlarıyla kontrol ediniz. Çizgilerin çakıştığını düşündüğünüzde zaman değerini kaydediniz.

Tablo 1

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{2}$	
$\frac{3}{4}$	
1	

Uzanım (m)

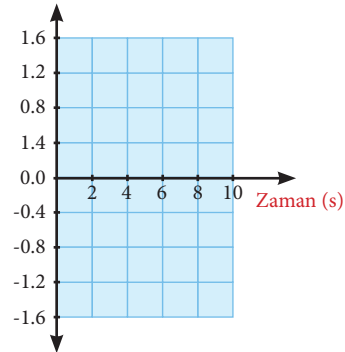


- Simülasyonda açısal hız değerini 1 rad/s, yarıçap değerini 1,20 m olarak ayarlayınız. Kırmızı top $\frac{1}{4}$ tur, $\frac{1}{2}$ tur, $\frac{3}{4}$ tur ve tam tur çizgilerine geldiğinde simülasyonu durdurarak zaman değerini Tablo 2'ye kaydediniz. Oluşan uzanım-zaman grafiğini çiziniz.

Tablo 2

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{2}$	
$\frac{3}{4}$	
1	

Uzanım (m)

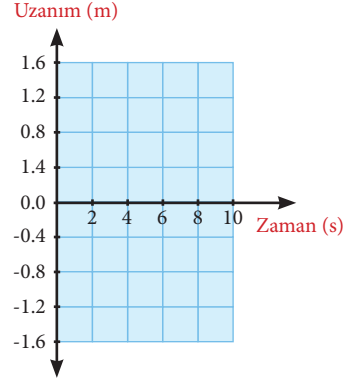




- Simülasyonda açısal hız değerini 1,20 rad/s, yarıçap değerini 1 m olarak ayarlayınız. Kırmızı top $\frac{1}{4}$ tur, $\frac{1}{2}$ tur, $\frac{3}{4}$ tur ve tam tur çizgilerine geldiğinde simülasyonu durdurarak zaman değerini Tablo 3'e kaydediniz. Oluşan uzanım-zaman grafiğini çiziniz.

Tablo 3

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{2}$	
$\frac{3}{4}$	
1	



2. Yönerge

Simülasyondan edindiğiniz bilgilere göre soruları cevaplayınız.

- ① Sistemin açısal hız ve yarıçap değişimlerinin periyot ile ilişkisini yorumlayınız.

- ② Çizmiş olduğunuz grafikleri sabit hızlı hareket yapan cisimlerin konum-zaman grafiğiyle karşılaştırınız.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket

Kazanım 12.2.1.3: Basit harmonik harekette kuvvet, hız ve ivmenin konuma göre değişimi ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	YAYDA BASİT HARMONİK HAREKET	🕒 15 dk.
Amacı	Basit harmonik harekette kuvvet, ivme ve hızın zamana bağlı değişim grafiklerini çizebilme.	👤 Bireysel

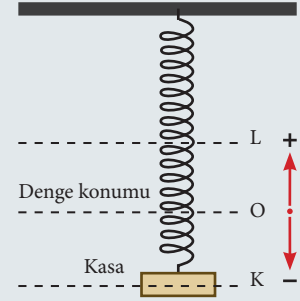
1. Yönerge

“Yay Sarkacı” adlı simülasyonu <https://f.eba.gov.tr/fiziksimulasyon/12.2-yay/Sarkac.html> bağlantısından açınız. Ekranın sağ alt kısmındaki kuvvet, ivme ve hız büyüklüklerini sırasıyla işaretleyip simülasyonu başlatınız ve yay hareketi ile kuvvet-zaman, ivme-zaman ve hız-zaman grafiklerini gözlemleyiniz.

2. Yönerge

Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden ve aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

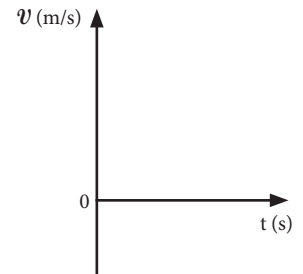
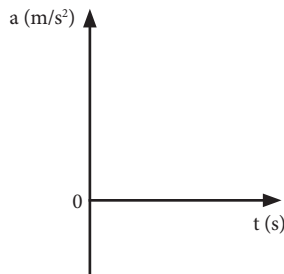
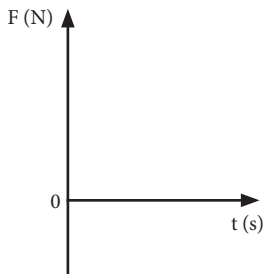
Yandaki şekilde sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda bir ucuna 5 kg kütleli kasa bağlanmış yay tavana asılmıştır. Kasa O doğrultusunda sistem dengede kalmıştır. Kasa (-) yönde K doğrultusuna kadar çekildiğinde yayda 9 N’lık geri çağırıcı kuvvet oluşmuştur. K’den serbest bırakılan kasanın K-L doğrultuları arasında basit harmonik hareket yaptığını gözlemlenmiştir. Bu hareket sırasında cismin denge konumundan en fazla 0,2 m uzaklaştığını belirlenmiştir.



- ① Kasanın periyodu kaç s’dir? ($\pi = 3$ alınız.)

- ② Kasanın ivme ve hız büyüklüklerinin en büyük değerlerini hesaplayınız.

- ③ K doğrultusundan bırakılan kasaya denge konumundan ilk geçtiği andan itibaren etki eden kuvvetin, kasanın ivme ve hızının zamana bağlı değişim grafiklerini çiziniz. Çizimlerinizde denge konumundaki zamanı sıfır alınız.





2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket

Kazanım 12.2.1.3: Basit harmonik harekette kuvvet, hız ve ivmenin konuma göre değişimi ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

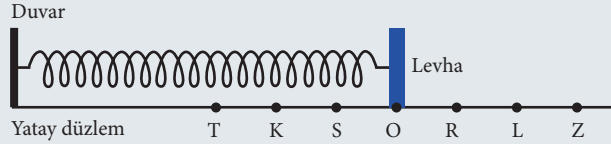
Etkinlik İsmi	YATAY DÜZLEMDE TİTREŞTİRİLEN YAY	🕒 15 dk.
Amacı	Basit harmonik harekette kuvvet, ivme ve hızın konumuna bağlı değişimiyle ilgili hesaplamalar yaparak hareketi yorumlayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge Basit harmonik hareket ile ilgili simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.

- ▶ Aşağıda verilen bağlantıdaki simülasyonu açınız.
https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html
- ▶ Gelen ekrandan “Vectors” uygulamasını seçiniz.
- ▶ 1 numaralı yaya 100 g büyüklüğündeki kütleyi asınız ve yayı bir miktar sıkıştırarak bırakınız.
- ▶ Uygulamayı daha iyi gözlemlemek için “slow” düğmesini işaretleyiniz.
- ▶ “Mass Equilibrium” düğmesini işaretleyerek yay sisteminin denge konumunu belirleyiniz.
- ▶ Sırasıyla “Net Force”, “Acceleration” ve “Velocity” düğmelerini seçerek kuvvet, ivme ve hız yönlerini ve büyüklüklerini gözlemleyiniz.

2. Yönerge Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden ve aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Aşağıda verilen şekilde sürtünmelerin ihmal edildiği ortamdaki yatay düzlem, üzerine 10 cm arayla noktalar konularak işaretlenmiştir. Bir yayın ucuna 2 kg kütleli levha bağlanmış ve diğer ucu duvara sabitlenmiştir. Levha O noktasındayken dengede kalmıştır. Yay K noktasına kadar sıkıştırılıp bırakıldığında levhanın K-L noktaları arasında 0,6 s periyotla basit harmonik hareket yaptığını belirlenmiştir.



- ① K noktasından bırakılan levha R noktasına ulaştığında levhaya etki eden kuvvetin, levhanın ivme ve hızının yönlerini belirleyiniz.

- ② K noktasından bırakılan levha R noktasına ulaştığında levhaya etki eden kuvvetin, levhanın ivme ve hızının büyüklüklerini hesaplayınız. ($\pi = 3$ alınız)

- ③ T noktasından bırakılan levhaya R noktasına ulaştığında etki eden kuvvetin, levhanın ivme ve hızının büyüklükleri, K'den bırakılıp R'ye ulaştığındakine göre nasıl değişir? Açıklayınız.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket

Kazanım 12.2.1.3: Basit harmonik harekette kuvvet, hız ve ivmenin konuma göre değişimi ile ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

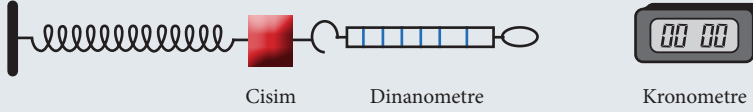
Alan Becerileri: Deney Tasarlama Becerisi, Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	UZAYDA BASİT HARMONİK HAREKET	🕒 15 dk.
Amacı	Basit harmonik harekette kuvvet, hız ve ivmenin konuma göre değişimini hesaplayarak grafik çizebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Yer çekiminin önemsiz olduğu uzay üssünde, bir gezegenden aldığı cisim analiz etmek isteyen bir astronot ilk olarak cismin kütesini belirlemek istiyor. Yer çekimi olmadığı için basit harmonik hareket bilgilerini kullanarak bunu yapmak istiyor. Astronot elindeki yay ve dinamometre ile aşağıdaki görselde verilen düzeneği kuruyor.



- ① Astronotun cismin kütesini hesaplayabilmesi için yapması gereken deney basamaklarını sırasıyla aşağı yazınız.



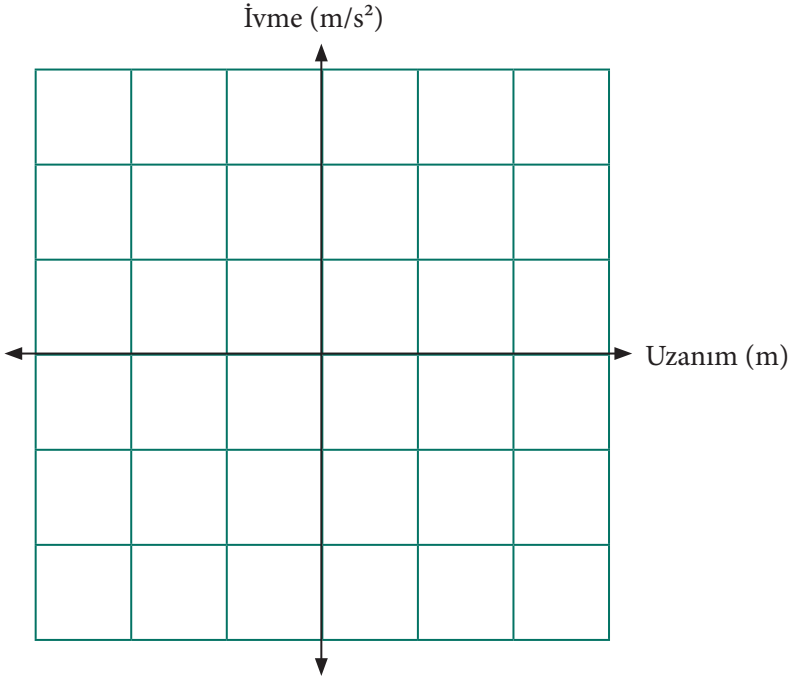
- ② Astronot bulduğu değerleri kullanarak kütleli bulabilmek için hangi işlemleri yapabilir?

- ③ Astronot kırmızı renkli cisme 40 cm genlikli ve 3 s periyotlu basit harmonik hareket yaptırdığında cismin hareketi sırasında renginin değiştiğini fark ediyor. Kamera görüntülerini incelediğinde serbest bırakıldıktan 0,5 s sonra sarı, 0,75 s sonra mavi rengi aldığını tespit ediyor. Renk değişiminin cismin kinetik enerjisi ile ilgisini araştırmak için sarı ve mavi rengi aldığı andaki hızını tespit etmek istiyor. Bu hız hesaplamalarını astronot için siz yapınız.

- ④ Cismin basit harmonik hareket yaparken ivme ve uzanım vektörlerinin yönü hakkında ne söyleyebilirsiniz? Nedenleriyle yazınız.



- 5) Cismın yaptığı hareketin ivme-uzanım grafiğini çiziniz.





2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.4: Yay sarkacı ve basit sarkaçta periyodun bağlı olduğu değişkenleri belirler.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	YAY SARKACI VE BASİT SARKAÇ	🕒 20 dk.
Amacı	Simülasyon kullanarak yay sarkacı ve basit sarkacın periyodunu etkileyen etmenleri belirleyebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıdaki linki verilen yay sarkacının periyodu ile ilgili olan “Kütleler ve Yaylar” konulu simülasyonu açınız ve belirtilen basamakları uygulayınız. Yay sarkacının periyodu ile ilgili Tablo 1’i simülasyon ekranındaki başlangıç değerlerini ve etkinlik sırasında oluşacak değerleri not etmek için kullanınız. Simülasyondan edindiğiniz bilgilere göre soruları cevaplayınız.

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_tr.html

Tablo 1: Yay Sarkacı

Uzunım/Genlik (cm)	Kütle (g)	Yay Sabiti 1	Yer Çekimi	Periyot

- ▶ Bağlantı adresi ekranında “Laboratuvar” seçeneğine çift tıklayınız.
- ▶ Gösterge çubuklarını kullanarak “Yer Çekimi” değerini “0”, “Sönümleme” değerini “Az”, “Kütle” değerini “50”, “Yay Sabiti 1” değerini “Küçük” konumuna getiriniz.
- ▶ Sağ altta bulunan kronometreyi ve cetveli yaya yakın bir alana sürükleyerek bırakınız ve simülasyon hızını “Yavaş” olarak ayarlayınız.
- ▶ Kütlelerin bulunduğu zeminden 50 g kütleindeki cismi yayın serbest ucuna sürükleyiniz ve yayın hareketini durdurmak için kırmızı butona basınız.
- ▶ Sağ üstte yer alan “Kütle Dengesi”, “Hareketli Çizgi” ve “Periyot İzi” kutucuklarını işaretleyiniz.
- ▶ Cetveli, başlangıç noktası kütle dengesi çizgisine gelecek şekilde ayarlayınız. Ardından hareketli çizgiyi cetvelin 20 cm hizasına sürükleyiniz.
- ▶ 50 g’lık cismi 20 cm aşağı çekip bırakınız.
- ▶ Cisim ilk defa kütle dengesi hizasına geldiği anda kronometreyi çalıştırınız. Cisim bir periyodu tamamladığı an kronometreyi durdurunuz ve süreyi tabloya kaydediniz.
- ▶ Kırmızı butona basınız ardından kronometreyi sıfırlamak için üzerindeki geri tuşuna basınız.
- ▶ Aynı işlemleri belirleyeceğiniz farklı uzunım, kütle, yay sabiti ve yer çekimi değerleri için de yapınız ve bu değerlere karşılık oluşan periyodu tabloya kaydediniz.

- 1 Elde ettiğiniz sonuçlara göre yay sarkacının periyodu; genlik, kütle, yay sabiti ve yer çekimi değerlerinin değişmesinden nasıl etkilenmiştir? Açıklayınız.

- 2 Çevrenizde yaylar hangi alanlarda kullanılmaktadır? Üç örnek veriniz. Bu örneklerden biri için yayın cinsi değiştirilmeden uzunluğunun değişmesi, kullanıldığı sistemin periyodunu nasıl etkiler? Açıklayınız.



2. Yönerge

Aşağıdaki linki verilen basit sarkacın periyodu ile ilgili olan “Sarkaç Laboratuvarı” konulu simülasyonu açınız ve belirtilen basamakları uygulayınız. Basit sarkacın periyodu ile ilgili Tablo 2’yi simülasyon ekranındaki başlangıç değerlerini ve etkinlik sırasında oluşacak değerleri not etmek için kullanınız. Simülasyondan edindiğiniz bilgilere göre soruları cevaplayınız.

https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_tr.html

Tablo 2: Basit Sarkaç

Uzunluk 1 (m)	Kütle 1(kg)	Yer Çekimi	Periyot

- Bağlantı adresi ekranında “Giriş” seçeneğine çift tıklayınız.
- Sol alttaki alanda “Saati Göster” ve “Periyot İzi” seçeneklerinin kutucuklarını işaretleyerek simülasyon hızını “Yavaş” olarak ayarlayınız.
- “Uzunluk 1” alanındaki değeri 1.00 m olarak ayarlayınız ve cismi açı göstergesi 45° olana kadar çekerek bırakınız.
- Cisim ilk defa denge konumuna geldiği anda saati çalıştırınız. Cisim bir periyodu tamamladığı an saati durdurunuz ve süreyi tabloya kaydediniz.
- Yenile tuşuna basınız ve basamaklarda zaman, iz ve hız ile ilgili belirtilen ilk ayarları sağlayınız.
- “Kütle 1” alanındaki değeri 1.00 kg olarak ayarlayınız ve cismi açı göstergesi 45° olana kadar çekerek bırakınız.
- Cisim ilk defa denge konumuna geldiği anda saati çalıştırınız. Cisim bir periyotluk süreyi tamamladığı an saati durdurunuz ve süreyi tabloya kaydediniz.
- Yenile tuşuna basınız ve basamaklarda zaman, iz ve hız ile ilgili belirtilen ilk ayarları sağlayınız.
- Aynı işlemleri belirleyeceğiniz farklı uzunluk, kütle ve yer çekimi değerleri için de yapınız ve süreleri tabloya kaydediniz.

- 1 Elde ettiğiniz sonuçlara göre basit sarkacın periyodu; uzunluk, kütle ve yer çekimi değerlerinin değişmesinden nasıl etkilenmiştir? Açıklayınız.

- 2 Sizce basit sarkaçta kullanılan ipin kalınlığının değişmesi sarkacın periyodunu nasıl etkiler? Kısaca açıklayınız.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.4: Yay sarkacı ve basit sarkaçta periyodun bağlı olduğu değişkenleri belirler.

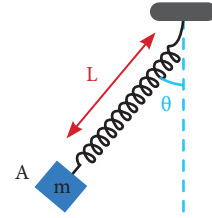
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	SARKAÇLARIN HAREKETİNİ YORUMLUYORUM	🕒 10 dk.
Amacı	Yay sarkacı ile basit sarkacı ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1) Kütlesi m olan bir cisim düşey doğrultudaki yay sarkacının ucuna asılıp serbest bırakıldığında denge konumundan L kadar uzayan yay, basit harmonik hareket yapmaktadır. Bu yay sarkacının periyodunu veren matematiksel model nedir? Elde ettiğiniz modeli L uzunluklu basit sarkacın periyodunu veren matematiksel model ile karşılaştırarak yorumlayınız. İşlemlerinizi aşağıdaki boş alana yapınız.

- 2) Yandaki şekildeki gibi ucuna m kütlesi asılmış L uzunluğundaki yay sarkacı, düşey doğrultuda hareket ettirilmek yerine yay uzunluğu değiştirilmeden düşey doğrultudan θ açısı kadar ayrılıp A noktasından basit sarkaç gibi serbest bırakılmıştır. Bu durumda yay sarkacının yapacağı hareket ile aynı noktadan bırakılan m kütlesi asılmış L uzunluğundaki basit sarkacın hareketi arasında ne gibi benzerlik ve farklılıklar oluşur? Kısaca açıklayınız.



- 3) a) Yay sarkacının ve basit sarkacın periyodunu belirlemek için başka etkenlerin de dikkate alınması gerektiğini düşünüyor musunuz? Belirlediğiniz etken/etkenlerde yapılacak değişiklik sarkaçların periyodunu nasıl etkilediğini ve gerekçelerinizi açıklayınız.

- b) Belirlediğiniz etmen/etmenlerin günlük hayatta problem olma nedenini bir örnek vererek kısaca açıklayınız.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.5: Yay sarkacı ve basit sarkacın periyodu ile ilgili hesaplamalar yapar.

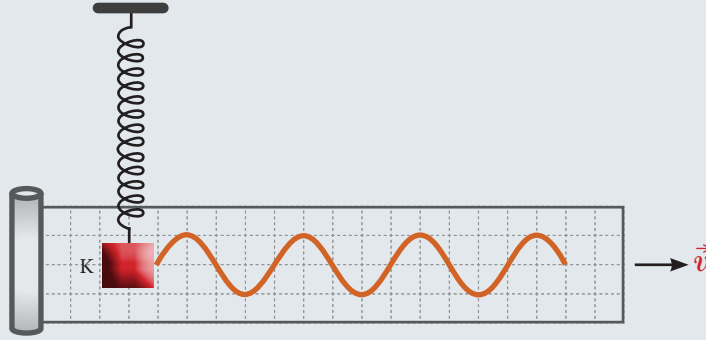
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	SARKACIN KÂĞITTA BIRAKTIĞI İZ	🕒 15 dk.
Amacı	Yay sarkacı ve basit sarkacın periyodunu hesaplayabilme.	👤 Bireysel

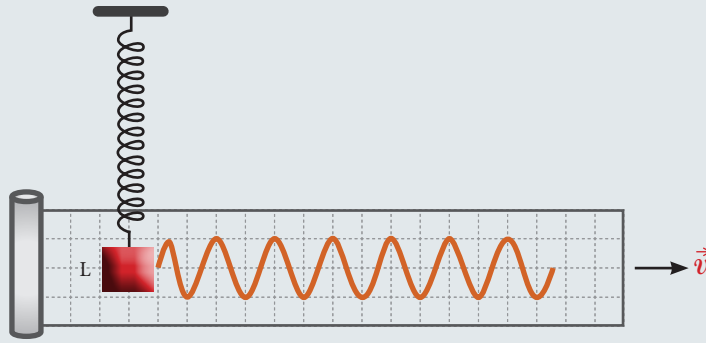
Yönerge

Aşağıda verilen metin ve şekillerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Kütleleri m_K ve m_L olan K ve L cisimleri yay sabiti k olan özdeş yayların ucuna takılarak aşağıdaki şekildeki gibi basit harmonik hareket yapmaları sağlanmıştır. Oluşturulan sistemlerin arkasına rulo kâğıt ve cisimlerin üzerine de kâğıda geçecek şekilde boya kalemleri yerleştirilmiştir.



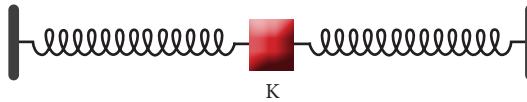
Şekil I



Şekil II

- ① Cisimlere takılan boyalar eşit kare bölmelere ayrılmış rulo kâğıtlar sabit $\vec{v}$ hızı ile çekildiğinde t sürede Şekil I ve Şekil II'deki gibi desenler oluşmuştur. Desenlerden yararlanarak cisimlerin kütleleri oranını bulunuz.

- ② K cisminin bağlı olduğu yay iki eşit parçaya bölünerek aşağıdaki düzenek kuruluyor.



- a) K cismine 1. sorudaki hareketin genliği 2 katına çıkartılarak basit harmonik hareket yaptırılırsa periyodu ilk durumdakine göre nasıl değişir?

- b) Eşit bölmeli kâğıt K cisminin arkasına yerleştirilerek $\vec{v}$ hızı ile çekilirse kâğıtta oluşacak deseni çiziniz.



2. ÜNİTE > Basit Harmonik Hareket Kazanım 12.2.1.5: Yay sarkacı ve basit sarkacın periyodu ile ilgili hesaplamalar yapar.

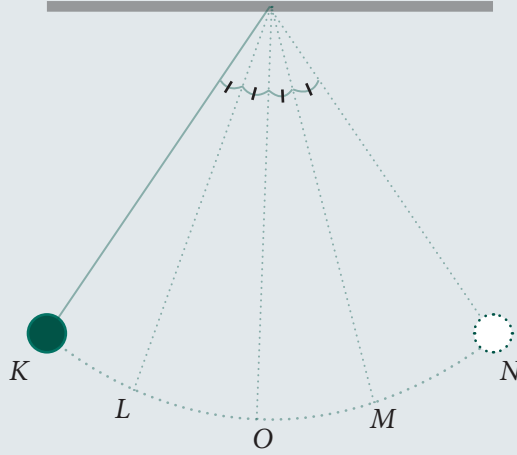
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	SARKAÇIN PERİYODU NELERE BAĞLIDIR?	🕒 15 dk.
Amacı	Sarkacın periyodunu hesaplayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda basit harmonik hareket yapan bir sarkaca ait bilgiler verilmiştir. Bu bilgilerden ve şekilden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Aşağıda şekli verilen sarkaç, sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda K ve N noktaları arasında denge konumu O noktası olacak şekilde basit harmonik hareket yapmaktadır. K noktasından serbest bırakılan cisim M noktasına 0,4 s’de gelmektedir.



1. Yer çekim ivmesi 10 m/s^2 olduğuna göre sarkaç ipinin boyu kaç metredir? ($\pi=3$ alınız.)

2. Sarkaç yukarı doğru yer çekim ivmesinin 3 katı büyüklüğünde ivme ile hızlanan asansör içinde olsaydı periyodu kaç saniye olurdu?

3. Sarkacın L noktasından serbest bırakılarak basit harmonik hareket yapması sağlanırsa M noktasına gelme süresi kaç saniye olur?

4. Cisim K noktasından daha yukarıdan serbest bırakılırsa denge konumuna gelme süresi ve denge konumundan geçerken sahip olduğu çizgisel hızın büyüklüğü nasıl değişir?

2. Yönerge

Aşağıdaki şekillerde özdeş yayların ucuna özdeş cisimler bağlanarak sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda Şekil I ve Şekil II’deki gibi basit harmonik hareket yapmaları sağlanmaktadır. Yayların periyotları oranını hesaplayınız.



Şekil I



Şekil II





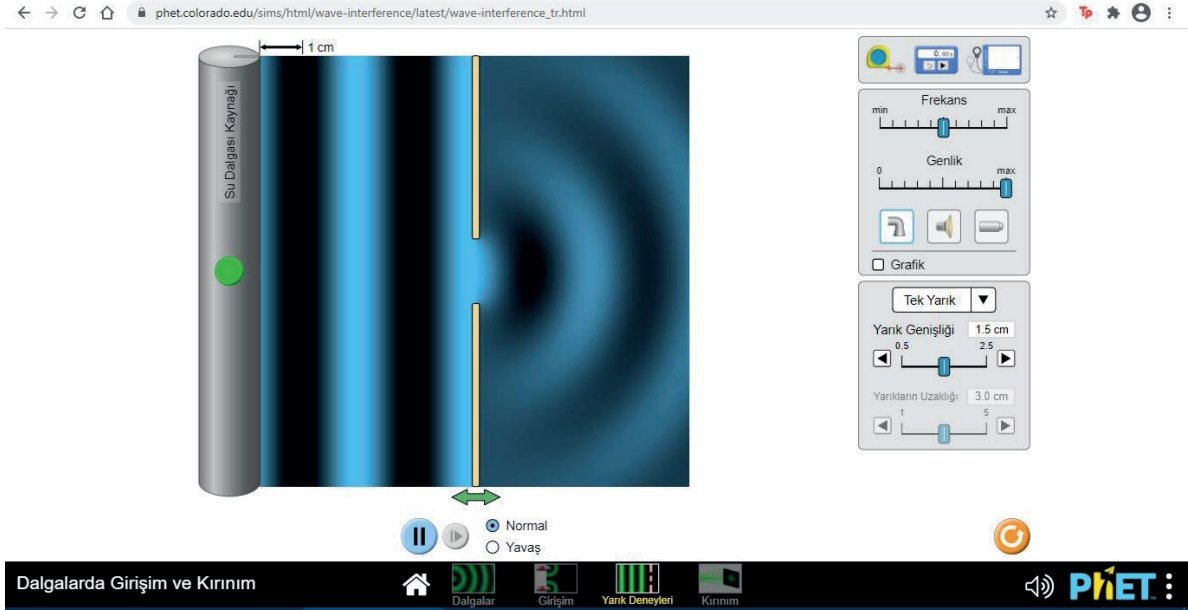
BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.1: Su dalgalarında kırınım olayının dalga boyu ve yarık genişliği ile ilişkisini belirler.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SU DALGASININ KIRINIMI	15 dk.
Amacı	Su dalgalarında dalga boyu ile yarık genişliğinin kırınım olayına etkisini açıklayabilme.	Bireysel

1. Yönerge Aşağıda verilen bağlantıdaki simülasyonu açtıktan sonra işlem basamaklarını uygulayınız.
https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_tr.html



- Yarık deneylerini açarak yeşil butona basınız.
- Grafik tuşuna basarak grafiği inceleyiniz.
- Metreyi kullanarak dalga boyunu karşılaştırınız.
- Grafik tuşunu kapatıp frekansı maksimuma getiriniz.
- Grafik tuşuna basarak grafiği inceleyiniz.
- Metreyi kullanarak dalga boyunu karşılaştırınız.
- Yarık genişliğini 0,5 cm yaparak işlem basamaklarını tekrarlayınız.
- Yarık genişliğini 2,5 cm yaparak işlem basamaklarını tekrarlayınız.

2. Yönerge Su dalgalarının kırınımı ile ilgili simülasyondan faydalanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Yarığa gelen doğrusal dalgaların yarıktan geçtikten sonrasındaki ilerleme şeklini açıklayınız.



- ② Su derinliğinin her yerde aynı olduğu ortamda, yarık genişliği sabit iken frekansın artması dalga boyunu nasıl değiştirmiştir? Açıklayınız.

- ③ Dalga boyu ile dalgaların kırınımı arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

- ④ Yarık genişliğini azaltmanın ya da arttırmanın kırınım olayına etkisi nedir? Açıklayınız.

- ⑤ Su dalgalarının kırınımı olayı ülkemizde günlük hayatta nerelerde, hangi amaçla kullanılır? Açıklayınız.



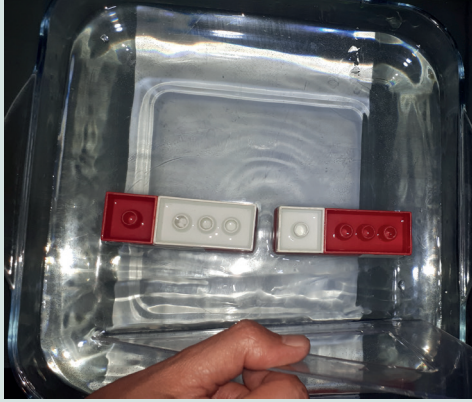
3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.1: Su dalgalarında kırınım olayının dalga boyu ve yarık genişliği ile ilişkisini belirler.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Deney Düzenegi Kurma ve Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KIRINIM OLAYLARI	🕒 15 dk.
Amacı	Su dalgalarında kırınım olayındaki dalga boyu ile yarık genişliği arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.	👤 Bireysel
Gerekli Materyaller: Cam kap, 4 büyük lego parçası, 4 küçük lego parçası, cetvel, A4 kâğıdı, cam sehpa		

1.Yönerge Aşağıda düzeneginin şekli verilen deneyi basamaklarına göre uygulayınız.

Şekildeki deney düzenegini kurunuz.



- Cam sehpa altına A4 kâğıdını yerleştiriniz.
- Cam kabın 2/3' ü kadar su koyunuz.
- Suyun içine legoları şekildeki gibi yerleştirerek yüzmeyecek şekilde sabitleyiniz.
- Düzenegi kurduktan sonra cetvel ile periyodik doğrusal dalga oluşturunuz.
- Gördüğünüz su dalgasının şeklini defterinize çiziniz.
- Legoları birbirine yaklaştırarak deneyi tekrarlayınız.
- Legoları birbirinden kırınımın olmadığı mesafeye kadar uzaklaştırarak deneyi tekrarlayınız.

- Cetvelin suya giriş periyodunu azaltarak ve arttırarak deneyi tekrarlayınız.
- Kaptaki suyu, kabın yarısı dolu olacak şekilde azaltınız ve deneyi tekrarlayınız.

2.Yönerge Yapmış olduğunuz deneyden edindiğiniz bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Legolar birbirine yaklaştırılıp uzaklaştırıldığında doğrusal su dalgalarında nasıl bir değişiklik olmuştur? Gözlemlerinize göre açıklayınız.

- ② Oluşan doğrusal dalganın frekansını değiştirmenin kırınım olayına nasıl bir etkisi olmuştur? Gözlemlerinize göre açıklayınız.

- ③ Kaptaki su miktarını azaltmanın kırınım olayına nasıl bir etkisi olmuştur? Gözlemlerinize göre açıklayınız.



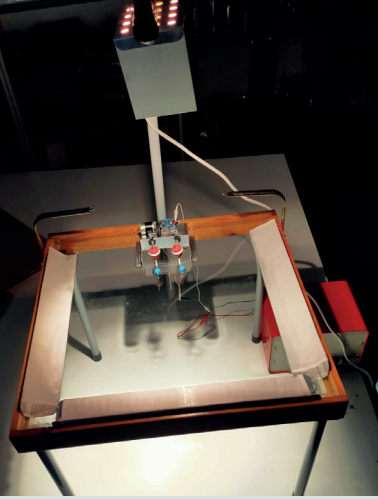
3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.2: Su dalgalarında girişim olayını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DESENE BAK	🕒 15 dk.
Amacı	Su dalgalarında girişim olayını ifade edebilme.	👤 Bireysel

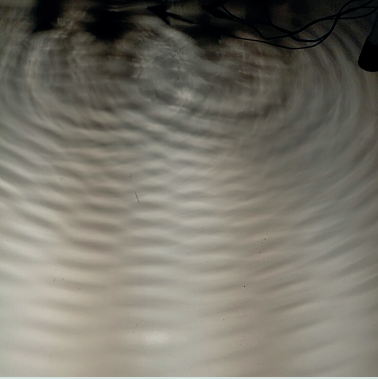
Yönerge

Aşağıda verilen deneyden yararlanarak soruları cevaplayınız.



Görsel I: Dalga leğeni

Bir öğrenci, deney düzeneğinde dalga leğeni takımı, ikili noktasal dalga kaynağı ve beyaz ekran kullanmıştır. Dalga leğeni Görsel I'deki gibi hazırlanmış ve 2,5 cm derinliğinde suyla doldurulmuştur.



Görsel II: Dairesel su dalgalarının görüntüsü

Beyaz ekran dalga leğenin altına tamamen kaplayacak biçimde yerleştirildikten sonra aynı fazda çalışan ikili noktasal dalga kaynağı güç kaynağına bağlanmıştır. Noktasal dalga kaynakları çalıştırılarak Görsel II'deki dairesel su dalgalarının görüntüsü elde edilmiştir.

- ① Görsel 2'de görülen dalga deseni nasıl oluşmuştur? Açıklayınız.

- ② Desendeki bazı noktaların izleri perdede parlak noktalar hâlinde görülürken parlak noktaların arasındaki bazı noktalar ise karanlık görülmektedir. Bu bilgiden yola çıkarak aydınlık ve karanlık bölgelerin oluşumunu nasıl açıklarsınız?

- ③ Desendeki yarı aydınlık bölgeler nasıl oluşmuştur? Açıklayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.2: Su dalgalarında girişim olayını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SU DALGALARINDA GİRİŞİM	🕒 15 dk.
Amacı	Su dalgalarında girişim olayını ifade edebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge Genel ağdan https://f.eba.gov.tr/fiziksimulasyon/12.3/girisim_tr.htm adresindeki simülasyonu açtıktan sonra işlem basamaklarını uygulayarak elde edilen görüntüleri inceleyiniz.

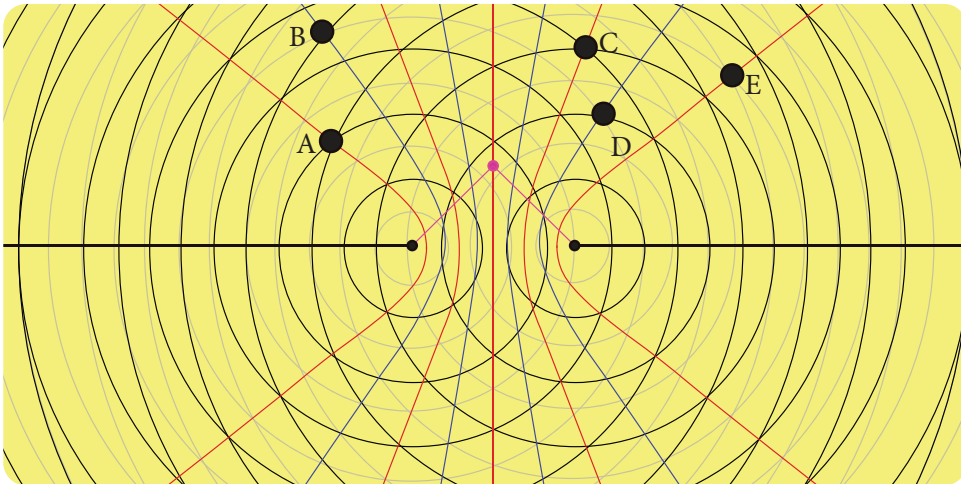
- ▶ Simülasyon çalışmaya başladığında ekran üzerinde oluşan görüntüyü inceleyiniz. Ardından simülasyonda kaynaklar arasındaki uzaklığı arttırıp azaltınız. Girişim desenindeki değişimi gözlemleyiniz.
- ▶ Simülasyonda su dalgalarının dalga boyunu arttırıp azaltınız. Girişim desenindeki değişimi gözlemleyiniz.
- ▶ Simülasyonda yer alan mor renkli nokta sürüklenerek girişim deseni üzerindeki herhangi bir noktaya götürüldüğünde noktanın kaynaklara olan uzaklıkları arasındaki farkı verir. Bu noktayı girişim deseni üzerindeki farklı noktalara götürerek yol farklarını not ediniz. Yol farkı ile dalga boyu arasındaki ilişkiyi belirleyiniz.

2. Yönerge Simülasyonda elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Kaynaklar arasındaki uzaklığı ve dalga boyunu ayrı ayrı arttırıp azalttığınızda girişim deseninin şeklinde nasıl bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

- ② Noktaların kaynaklara olan yol farkı, seçilen nokta hakkında nasıl bilgi vermektedir? Açıklayınız.

3. Yönerge Aynı fazda çalışan özdeş noktasal kaynakların oluşturduğu girişim deseni şekildeki gibidir. Şekli inceleyerek soruları cevaplayınız.





- ① Kırmızı ve mavi çizgilerden hangileri dalga katarı, hangileri düğüm çizgilerini belirtmektedir? Açıklayınız.

- ② Dalga katarı ve düğüm çizgileri hangi noktalardan oluşmaktadır? Açıklayınız.

- ③ Desende belirlenen noktalar kaçınıcı dalga katarı ve düğüm çizgisidir? Şekil üzerinde gösteriniz.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.3: Işığın çift yarıktaki girişimine etki eden değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

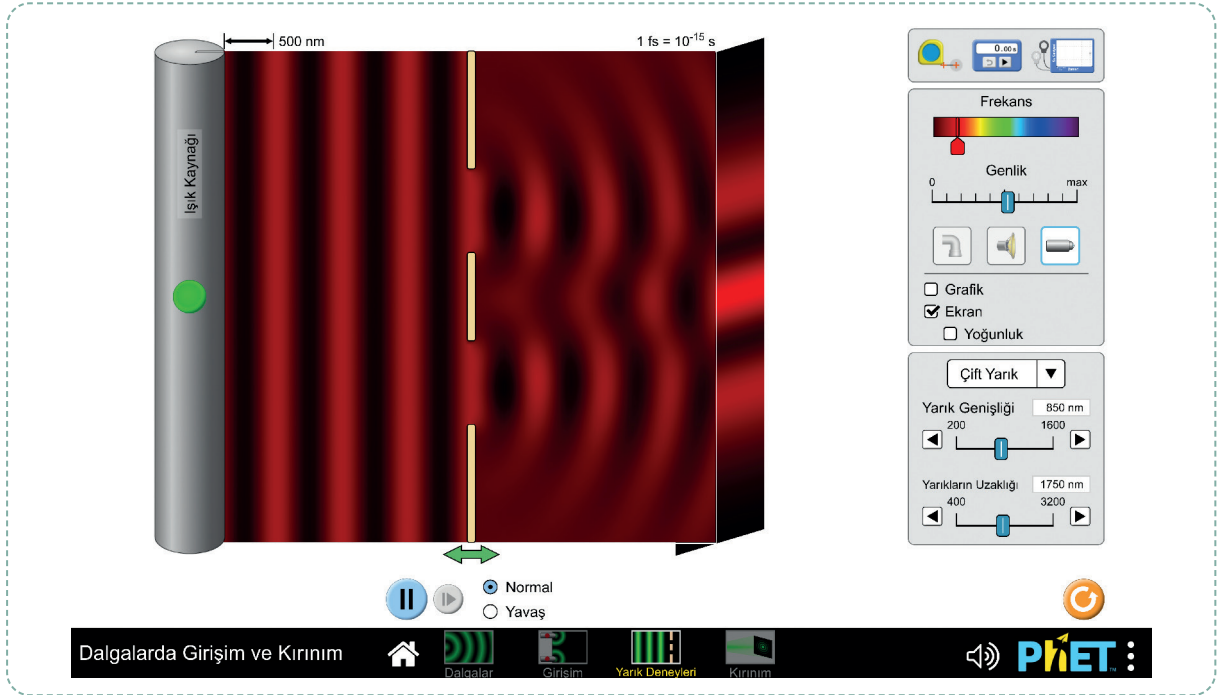
Etkinlik İsmi	RENKLERİ DEĞİŞTİR PERDEDEKİ GİRİŞİMİ GÖR	⌚ 20 dk.
Amacı	Işığın çift yarıktaki girişimini etkileyen değişkenleri çizerek açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Bu etkinlikte Colorado Üniversitesi tarafından yayımlanan ve Türkçeye "Dalgalarda Girişim ve Kırınım" ismiyle çevrilen simülasyon kullanılacaktır.

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_tr.html

ağ adresinden simülasyonu açınız. Ekrandaki tablodan ışık kaynağını seçiniz. Yarık deneylerini çift yarık için seçerek ışık kaynağı düğmesine basınız ve aşağıdaki deseni elde ediniz.



2. Yönerge

Simülasyonda aşağıdaki basamakları uygulayarak perdede oluşan karanlık ve aydınlık saçaklar arası mesafeyi ölçerek not alınız. Girişim desenini defterinize çiziniz.

- ▶ Frekansını değiştirerek farklı renkler için oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.
- ▶ Kaynaklar arası uzaklığı değiştirerek oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.
- ▶ Genliği değiştirerek oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.
- ▶ Yarık genişliğini değiştirerek oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.
- ▶ Yarık düzlemini ışık kaynağına yaklaştırıp uzaklaştırınca oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.
- ▶ Yarık düzlemini kaldırınca oluşan girişim desenini gözlemleyiniz.

3. Yönerge

Simülasyondan elde ettiğiniz gözlem ve çizimlerden yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1 Frekansın ve kaynaklar arası uzaklığın ayrı ayrı değiştirilmesi saçak genişliğini ve saçak sayısını nasıl etkiler? Açıklayınız.



- ② Genliğin değiştirilmesi saçak genişliğini ve saçak sayısını nasıl etkiler? Açıklayınız.

- ③ Yarık düzleminin ışık kaynağına yaklaştırılıp uzaklaştırılması saçak genişliğini ve saçak sayısını nasıl etkiler? Açıklayınız.

- ④ Yapılan deneyde yarıklar düzlemi ile ekran arasındaki ortamın kırılma indisinin değiştirilmesi saçak sayısında nasıl bir değişiklik oluşturabilir? Yorumlayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.3: Işığın çift yarıktan girişimine etki eden değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Deney Düzenliği Kurma ve Yapma Becerisi

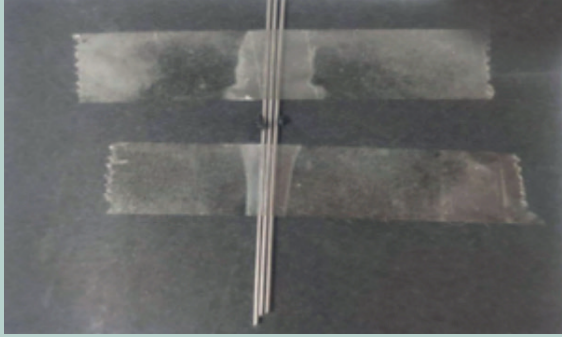
ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	ÇİFT YARIK DENEYİNDE IŞIĞIN DESENİ	🕒 25 dk.
Amacı	Girişim desenini etkileyen sebepleri açıklayabilme.	👤 Grup
Gerekli Materyaller: Siyah karton, raptiye ya da iğne, 3 adet 0,5 mm kalınlıkta kurşun kalem ucu, bant, makas, köpük, farklı renkli lazer ışık kaynakları.		

Öğretmene Not: Bir ders öncesinde öğrencileri dörder kişilik gruplara ayırınız ve deneyde kullanılacak malzemeleri getirmelerini isteyiniz. Lazer ışığını göze tutmamaları için önceden gerekli güvenlik önlemleri ile ilgili uyarılarda bulununuz.

1. Yönerge Aşağıda basamakları verilen deneyi uygulayınız.**Not: Güvenlik önlemlerini alınız.**

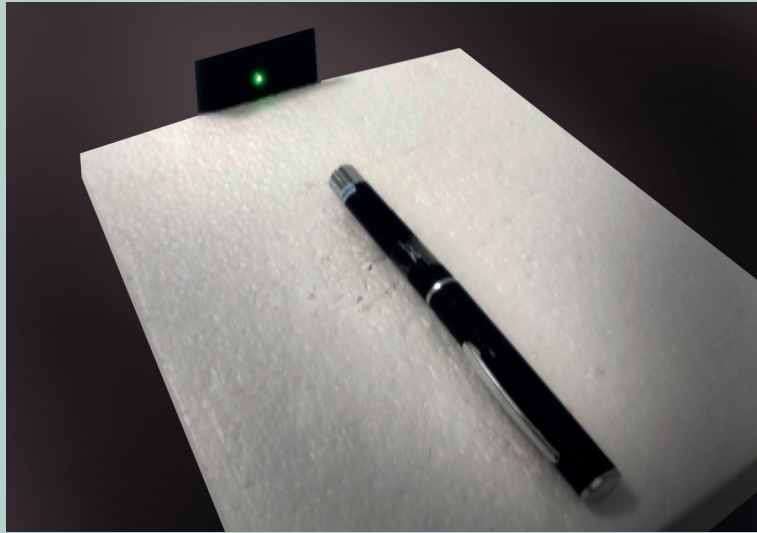
- Siyah kartondan 4 x 6 cm boyutlarında bir dikdörtgen kesiniz.
- Dikdörtgenin orta üst kısmına raptiye ile yaklaşık 2 mm çapında bir delik açınız.
- Kurşun kalem uçlarını, açtığınız deliğin üzerine, aralarında yaklaşık 0,5 mm'den daha az boşluk kalacak şekilde yerleştirin ve kalem uçlarını bantlayarak Şekil I'deki gibi kartona sabitleyerek yarıklar düzlemi oluşturunuz.



Şekil I: Kartonun arka ve ön taraftan görünüşü.



- Bir köpük parçasının üzerine lazeri yerleştirin ve lazeri bantlayarak köpük parçasına sabitleyiniz.
- Lazerin yaklaşık 8 cm uzağına oluşturduğunuz siyah kartonu dik bir şekilde Şekil II'deki gibi yerleştiriniz ve kartonun yüksekliğini lazer ışığı kalem uçlarının arasından geçecek şekilde ayarlayınız.



Şekil II: Lazer ışığı ve yarıklar düzlemi.

- Bulunduğunuz ortamdaki aydınlatma kaynaklarını kapatıp lazer ışığını açınız.



2. Yönerge *Yaptığımız deneyden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız.*

- ① Lazer ışığının 1,5 m uzaklıktaki bir duvarın üzerinde oluşturduğu görüntüyü elde ederek fotoğrafını çekiniz. Oluşan görüntü hakkında bilgi veriniz.

- ② Deneyde kullandığınız lazer ışığının rengini değiştirip sonucu gözlemleyiniz. Işık renginin değiştirilmesi sonucu nasıl etkiledi? Açıklayınız.

- ③ Yarıklar düzleminin önüne bir cam parçası koyunuz. Ne gibi bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

- ④ Yarıklar düzlemini perdeye yaklaştırıp uzaklaştırınız. Ne gibi bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

- ⑤ Lazer ışığını yarıklar düzlemine yaklaştırıp uzaklaştırınız. Ne gibi bir değişiklik oldu? Açıklayınız.

- ⑥ Yarıklar düzlemini merkez doğrusu ile çakıştığı nokta etrafında 90° 'yi aşmayacak şekilde bir miktar döndürerek deneyi tekrarlayınız. Ne gibi bir değişiklik oldu? Açıklayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.4: Işığın tek yarıktaki kırınımına etki eden değişkenleri açıklar.

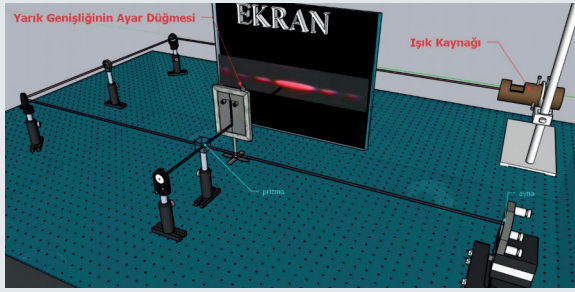
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	TEK YARIK ÇOK SAÇAK	🕒 20 dk.
Amacı	3D şematik deney düzeneği ile ışıktaki kırınımın değişkenlerini belirleyebilme.	👤 Bireysel

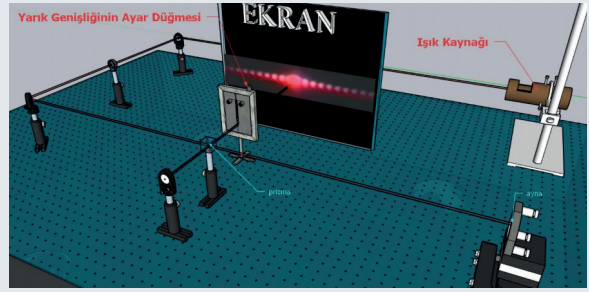
Yönerge

Aşağıda verilen metin ve şekillerden yararlanarak soruları cevaplayınız

Şekil I ve Şekil II'de ışığın tek yarıktaki kırınımına ait deney düzeneklerinin şematik çizimleri verilmiştir. Deney düzeneklerinde kırmızı ışık kaynağından çıkan ışık, aynalardan yansyarak prizmaya gelmektedir. Prizmada elde edilen kırmızı renkli ışın yarık düzleminde geçip ekranda saçak aralıkları görülen girişim desenini oluşturmaktadır.



Şekil I



Şekil II

Ayar düğmesi kullanılarak yarık düzlemindeki yarık genişliği Şekil I'de w , Şekil II'de $2w$ olarak ayarlanmıştır.

- 1) Işığın tek yarıktaki kırınımında yarık genişliği ile saçak genişliği arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.

- 2) Deney düzeneğinde yarık düzlemi ekrana yaklaştırıldığında ekranda daha fazla sayıda saçak oluştuğu gözlenmiştir. Bu sonucu dikkate alarak, yarık düzlemi ile ekran arasındaki mesafenin, desendeki saçak genişliğine etkisini nedir? Yorumlayınız.

- 3) Deney düzeneğindeki ekrana kırmızı yerine mavi renkli ışık düşürüldüğünde ekrandaki toplam saçak sayısının arttığı gözlenmiştir. Buna göre, kullanılan ışığın dalga boyu ile saçak genişliği arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

- 4) Deney, saf su ile dolu bir havuzun içinde tekrarlandığında ekrandaki toplam saçak sayısının arttığı gözlenmiştir. Buna göre ortamın kırılma indisinin saçak genişliğine etkisini nedir? Açıklayınız.




3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.4: Işığın tek yarıktaki kırınımına etki eden değişkenleri açıklar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Deney Düzeneği Kurma ve Yapma Becerisi

ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	IŞIĞIN KIRINIMI	🕒 20 dk.
Amacı	Işığın tek yarıktaki kırınımına etki eden değişkenleri deney yaparak açıklayabilme.	👥 Grup
Gerekli Materyaller: Kırmızı ve mavi lazer ışık kaynağı, lam, alüminyum folyo, şeffaf bant, makas, maket bıçağı, cetvel.		

Öğretmene Not: Öğrencileri beşer kişilik deney gruplarına ayırınız. Her bir deney grubundan, daha önce temin edilen lamı, şeffaf bant kullanarak alüminyum folyo ile kaplamalarını isteyiniz. Gerekli güvenlik önlemlerini alarak öğrencilerin lamin ortasında maket bıçağı ile tek bir yarık oluşturmalarını sağlayınız. Yarık düzlemi oluşturulan lamı, ekran olarak kullanabilecekleri temiz ve beyaz bir duvara belli bir mesafede, duvara paralel olacak şekilde sabitlemelerini söyleyiniz. Etkinlik sonunda isteyen grupların bulgularını bir rapor hâlinde sınıfa sunmasını, sunumların 5 dakikayı geçmemesini ve bu sayede kazanımın pekiştirilmesini sağlayınız.

Yönerge

Kırmızı ışık kaynağı olan lazeri çalıştırarak yarık düzleminin ortasına ışık gelecek şekilde tutunuz. Oluşturduğunuz ekran ile yarık düzlemi arasındaki uzaklığı ölçerek defterinize yazınız. Aşağıdaki soruları gözlemlerinize dayalı olarak cevaplayınız.

- ① Ekran olarak kullandığınız duvarda neler gözlemlediniz? Açıklayınız.

- ② Ekran olarak kullandığınız duvarda gözlemlediğiniz aydınlık ve karanlık bölgelere ne ad verildiğini belirtiniz.

- ③ Kırmızı ışık kaynağı olan lazeri yarık düzlemine yaklaştırdığınızda ekranda hangi değişimleri gözlemlediniz?

- ④ Yarık düzlemini ekrana yaklaştırdığınızda ekranda hangi değişimleri gözlemlediniz? Açıklayınız.

- ⑤ Deney düzeneğindeki kırmızı ışık kaynağını mavi ışık kaynağı ile değiştiriniz. Deneyde kullanılan ışığın dalga boyu ile saçak genişliği arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.5: Kırınım ve girişim olaylarını inceleyerek ışığın dalga doğası hakkında çıkarım yapar.

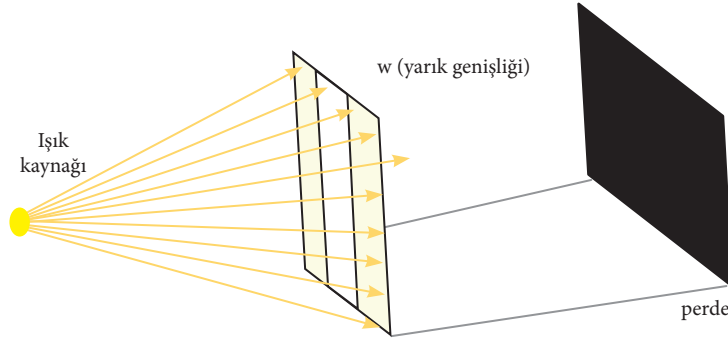
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DESEN OLUŞTUR	🕒 20 dk.
Amacı	Işığın dalga doğasını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

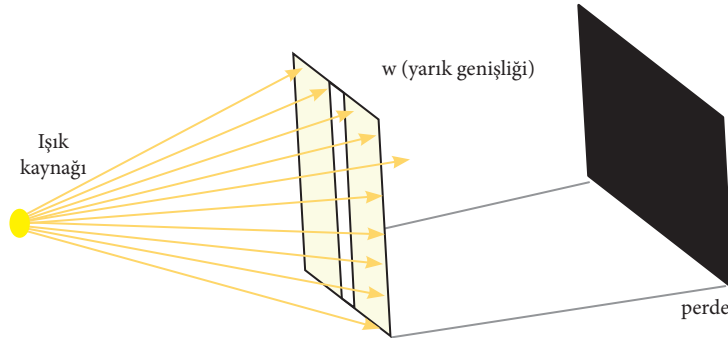
Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1 a) Tek renkli ışık kaynağı, ışığın dalga boyuna (λ) göre çok büyük bir aralığa (w) sahip tek yarıklı bir plaka ve perde ile Şekil I'deki deney düzeneği kurulmuştur. Buna göre ışık dalgalarının aralıktan geçtikten sonra nasıl ilerleyeceğini şekil üzerinde çizimle gösteriniz. Bu durumda ışığın dalga ve tanecik özelliklerinden hangisi öne çıkmış olabilir? Açıklayınız.



Şekil I: $\lambda \ll w$ durumunda ışığın yarıktan geçmesi

- b) Tek renkli ışık kaynağı, ışığın dalga boyuna (λ) göre yaklaşık olarak eşit veya çok küçük bir aralığa (w) sahip tek yarıklı plaka ve perde ile Şekil II'deki deney düzeneği kurulmuştur. Buna göre ışık dalgalarının aralıklardan geçtikten sonra nasıl ilerleyeceğini şekil üzerinde çizimle gösteriniz. Bu durumda ışığın dalga ve tanecik özelliklerinden hangisi öne çıkmış olabilir? Açıklayınız.



Şekil II: $\lambda > w$ ve $\lambda = w$ olması durumunda ışığın yarıktan geçmesi

- 2 Şekil II'de perde üzerinde çizdiğiniz desenin oluşum nedeni ışığın kırınım ya da girişim olaylarından hangisidir? Nedenini açıklayınız.





3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.5: Kırınım ve girişim olaylarını inceleyerek ışığın dalga doğası hakkında çıkarım yapar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DALGA MIYIM, TANECİK Mİ?	🕒 15 dk.
Amacı	Işığın dalga doğasını ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bilim insanları ışığın bazen dalga bazen de tanecik özelliği gösterdiği şeklinde iki görüş ileri sürmüştür. 17. yüzyılda Isaac Newton ((Aytek Nivtın) ışığın aynadan yansımaları, sudan veya mercekten kırılması gibi birçok olayı inceleyerek ışığın tanecik modelini ortaya koymuştur. Bu modele göre ışık, çok küçük kütleli ve çok hızlı tanecikler şeklinde doğrusal yollar boyunca her yöne yayılır. Bu kuram ile ışığın yansımaları, kırılması, aydınlanma ve gölge olayları açıklanmaktadır. Işığın dalga özelliği gösterdiği fikri 1678 yılında Christian Huygens (Kıristiyan Huygıns) tarafından ortaya atılmıştır. Huygens'in bu fikri başlangıçta iki farklı nedenden dolayı kabul edilmemiştir:

- Mekanik dalgaların yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyacı varken ışığın boşlukta da yayılabiliyor olması.
- Su dalgalarının dar yarıklardan geçerken bükülmesine karşın ışık dalgalarının böyle bir özellikte olmaması.

Daha sonra Thomas Young (Tamıs Yang) tarafından yapılan deneylerde ışığın da su dalgaları gibi kırınım ve girişim yaptığını kanıtlanmıştır.

① Işığın girişim ve kırınım yapmasının anlamı nedir? Açıklayınız.

② Işığın dalga doğasını birkaç cümle ile ifade ediniz.

③ Çevrenizde gözlemlediğiniz ışık olaylarından birkaçını dalga modeli ile nasıl ilişkilendirirsiniz? Açıklayınız.

④ Işık yalnızca tanecik özelliği gösterseydi ne olurdu? Açıklayınız.





3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.6: Doppler olayının etkilerini ışık ve ses dalgalarından örneklerle açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	NEDEN FARKLI?	🕒 20 dk.
Amacı	Doppler olayının etkilerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Mekanik ve elektromanyetik dalgalarda gerçekleşen Doppler olayına göre, bir kaynağın frekansı, dolayısıyla dalga boyu sabit olduğu hâlde algılanan sesin tiz (ince) ya da bas (kalın) olarak işitilmesinin sebebi, kaynak ve gözlemcinin birbirine göre hareketli olmasıdır. Bir sivrisineğin uzaklaşırken sesinin kalın, yaklaşırken ince işitilmesi buna örnek olarak verilebilir.

Benzer şekilde, bir beyzbol oyuncusuna yaklaşan bir arabadan her saat başında aynı doğrultu ve hızla bir top atıldığını düşünelim. Araba oyuncuya yaklaştıkça topun oyuncuya varış süresi kısalmaktadır. Dolayısıyla top oyuncuya daha sık aralıklarla ulaşacaktır. Araba oyuncudan uzaklaştığında ise her top daha uzak mesafeden atılacağı için topun oyuncuya ulaşma süresi de artacaktır.

- ① Polis radarlarının çalışma prensibini Doppler etkisi ile ilişkilendirerek açıklayınız.

- ② Çeşitli hava olaylarını Doppler etkisini kullanarak nasıl tahmin edebilirsiniz? Açıklayınız.

- ③ Yukarıdaki metinde örnek verilen araba beyzbol oyuncusundan uzaklaştığında ya da oyuncuya yaklaştığında topun atıldığı arabanın içindeki kişi için topun atış aralıkları nasıl olurdu? Bu olay Doppler olayındaki hangi durumla benzerlik gösterir?





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.1.6: Doppler olayının etkilerini ışık ve ses dalgalarından örneklerle açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Tahmin Etme Becerisi

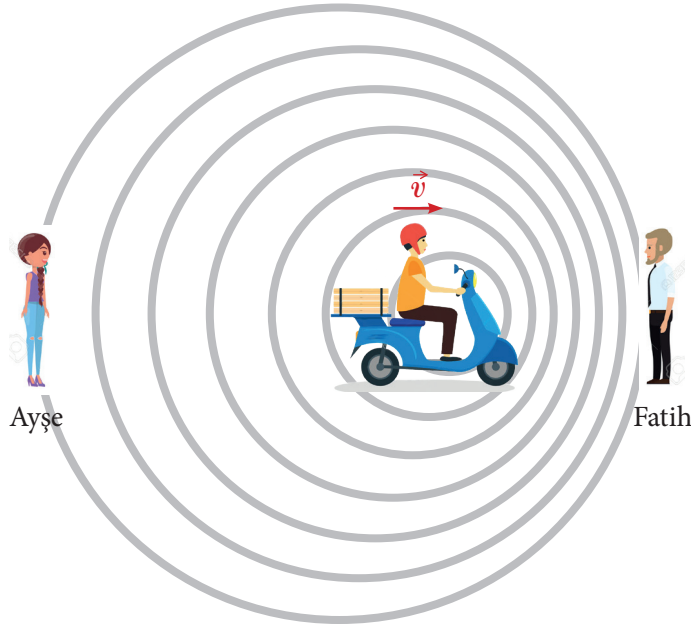
Etkinlik İsmi	DOPPLER OLAYI	🕒 20 dk.
Amacı	Doppler olayını günlük hayattan örnekler vererek açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

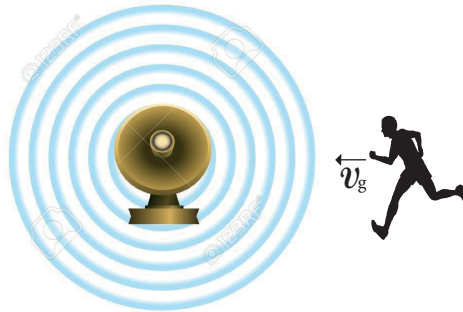
Doppler olayında ses ya da ışık dalgaları, kaynak ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak hareketsiz kaynaktan yayılan dalgaların boyuna göre büyük ya da küçük olarak algılanır. Kaynağın ürettiği dalgaların frekansı ve aynı ortamdaki hızı sabit olduğuna göre dalgaların gözlemciye ulaşma süresi değişir. Böylece gözlenen dalgaların frekansı ve incelik kalınlık özelliği de değişir.

- ① Aşağıda verilen şekilde Fatih'e doğru $\vec{v}$ hızıyla hareket eden bir motosikletin sesini sabit duran Fatih ve Ayşe nasıl duyar? Açıklayınız.



Ses kaynağının hareketli, gözlemcilerin hareketsiz olması

- ② Aşağıda verilen şekildeki gibi, sabit bir ses kaynağına doğru $\vec{v}$ hızıyla koşan ve sonrasında kaynaktan uzaklaşan bir gözlemci sesi nasıl duyar? Açıklayınız.



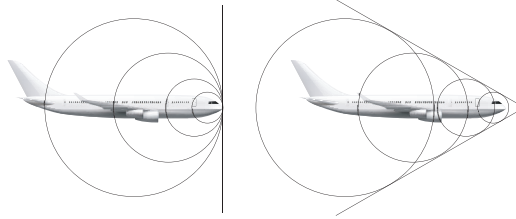
Hareketsiz ses kaynağına (hoparlöre) doğru koşan gözlemci

- 3) Aşağıda verilen şekildeki gibi, hareket hâlindeki bir ses kaynağıyla aynı yönde hareket eden bir gözlemcinin hızının kaynağın hızından büyük veya küçük olması durumunda, gözlemcinin bulunduğu yerde sesin dalga boyu büyüklüğü nasıl değişir? Yorumlayınız.



Hareket hâlindeki ses kaynağına doğru hareket eden gözlemci

- 4) Ses dalgası üreten bir kaynak, yaydığı dalgalardan daha hızlı giderse veya bu dalgalarla aynı hızda ilerlerse şok dalgaları oluşur. Ses hızında veya ses hızının üstünde hareket edilmesi durumunda ses dalgaları sıkışır ve uçağın arkasında bir bulut gibi görünen yüksek basınç alanı oluşur. Bu da gözlemciler tarafından sonik patlama olarak iştilir. Sonik patlamanın şematik gösterimi aşağıda verilmiştir.



Sonik patlama olayını Doppler olayıyla ilişkilendirerek kısaca açıklayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.2.1: Elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	ŞEMAYI PANOYA İŞİNLA	🕒 20 dk.
Amacı	Elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini şema oluşturarak ifade edebilme.	👥 Grup

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencileri beşer kişilik gruplara ayırınız. Öğrencilerden, Maxwell'in kurucusu olduğu "elektromanyetik teori" hakkında bireysel araştırma yapmalarını ve elektromanyetik dalgaların ortak özellikleri ile ilgili not almalarını isteyiniz.

1. Yönerge

Araştırma sonuçlarınızı grup arkadaşlarınızla paylaşınız ve elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini grubunuzla birlikte şema üzerinde gösteriniz. Sınıf arkadaşlarınıza şemanızın sunumunu yapınız.

2. Yönerge

Sınıf arkadaşlarınız ile fikir alışverişi yaparak ortak bir şema çiziniz.

ELEKTROMANYETİK DALGALARIN ORTAK ÖZELLİKLERİ

3. Yönerge

Oluşturduğunuz şemayı sınıf panosuna asınız.




3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.2.1: Elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BEN NEREDE YANLIŞ YAPTIM?	🕒 15 dk.
Amacı	Elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten önceki hafta öğrencilerden elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini araştırmalarını isteyiniz.

Yönerge Elektromanyetik dalgaların ortak özelliklerini anlatan aşağıdaki metni okuyunuz. Yaptığınız araştırma doğrultusunda metinde verilen hatalı özellikleri tespit ediniz ve soruları cevaplayınız.

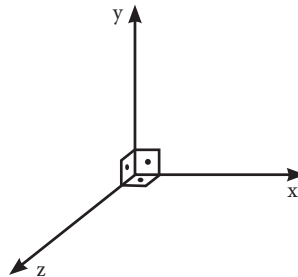
ELEKTROMANYETİK DALGALAR

Elektromanyetik teorinin kurucusu İskoçyalı fizikçi James Clerk Maxwell (Jeyms Klerk Maxwell)'dir. Maxwell, elektromanyetik dalgaların yüklü parçacıkların ivmeli hareketi sonucu değişken elektrik alan oluşturduğunu ve bu değişken elektrik alanında manyetik alan oluşturması ile tetiklenen döngüden meydana geldiğini bulmuştur. Elektrik alan ve manyetik alan değerlerinden biri artarken diğeri azalır. Elektromanyetik dalgalar doğrusal yolla yayılırlar. Boşlukta ve tüm ortamlarda ışık hızı ile hareket ederler. Elektrik alanın yönü, manyetik alanın yönü ve elektromanyetik dalgaların yayılma yönü birbirlerine diktir ve sağ el kuralı ile yönleri tespit edilebilir. Elektromanyetik dalgalar boyuna dalga özelliği gösterir; yansıma, kırılma ve girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştiremezler. Enerji taşırlar ve bu enerjiyi soğuran yüzeyler ısınır. Enerjileri frekansları ile doğru orantılı, dalga boyları ile ters orantılıdır. Elektromanyetik dalgalar, elektrik alan ve manyetik alana girdiklerinde saparlar. Polarize (kutuplanma) edilebilirler.

- ① Okuduğunuz metinde elektromanyetik dalgaların ortak özellikleri ile ilgili bazı yanlış bilgiler verilmiştir. Yanlış bilgi verilen cümleleri tespit ederek bu cümleleri doğru bilgiler ile yeniden yazınız.

- ② Polarize olmak ne demektir? Açıklayınız.

- ③ Elektromanyetik dalga için elektrik alan yönü, manyetik alan yönü ve elektromanyetik dalgaların ilerleme yönünü x, y ve z koordinatlarında modelleyiniz.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.2.2: Elektromanyetik spektrumu günlük hayattan örneklerle ilişkilendirerek açıklar.

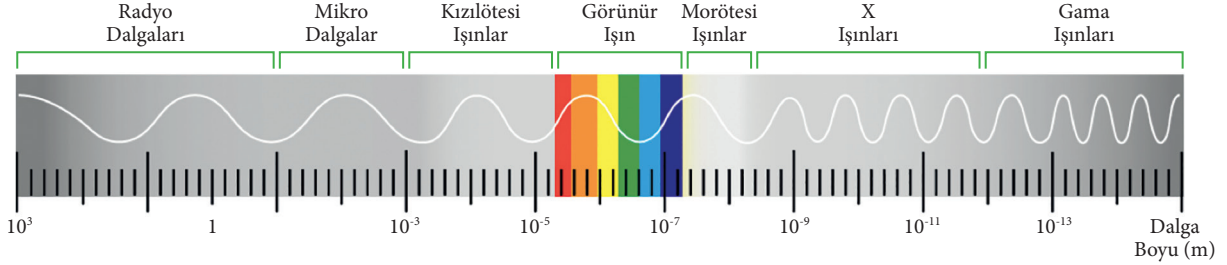
Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ELEKTROMANYETİK DALGALARI TANIYALIM	⌚ 20 dk.
Amacı	Elektromanyetik dalgaların yaşadığımızdaki yerini öğrenebilme.	👤 Bireysel

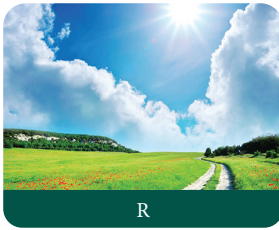
Yönerge

https://science.nasa.gov/ems/01_intro ağ adresindeki “Elektromanyetik Spektruma Giriş” adlı videoyu açıp ayarlar bölümünden alt yazı dilini “Otomatik çevir >>Türkçe” olarak seçip videoyu izleyiniz. İzlediğiniz video ve aşağıdaki görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.



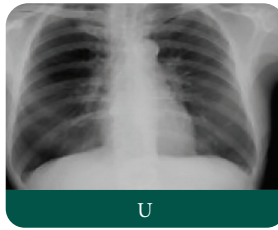
Görsel: Elektromanyetik Dalga Spektrumu

- 1 Aşağıda görselleri verilen ve günlük hayatta karşılaştığınız cihazlar, yaydığı dalgaların elektromanyetik dalga spektrumunda dalga boylarına göre büyükten küçüğe doğru sıraladığınızda hangi keli-meye ulaşırsınız? Yazınız.



R

GÖRÜNÜR IŞIK



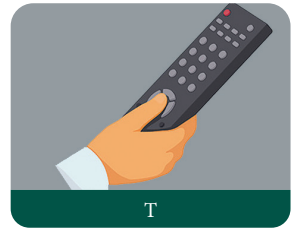
U

RÖNTGEN



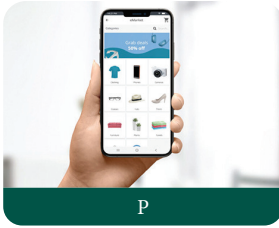
M

NÜKLEER SANTRAL



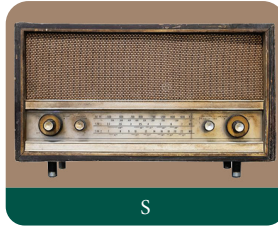
T

KUMANDA



P

CEP TELEFONU



S

RADYO



E

MİKRODALGA FIRIN



K

TERMAL KAMERA

- 2 Uydu görüntüleri ile Dünya'yı gözlemleyen bir kişi, Dünya'dan yansarak uduya gelen ışınların dalga boylarına bakarak, gözlemlediği bölgenin hangi özellikleri hakkında bilgi sahibi olabilir? Açıklayınız.



- 3 Bir sporcunun spor yapmadan önce vücuduna termal kamera ile baktığınızda vücut sıcaklığından dolayı çıkan ışığın dalga boyu ile spor yaptıktan sonra vücudundan çıkan ışığın dalga boyu arasında nasıl bir fark görürsünüz? Açıklayınız.

- 4 X-ışınlarının günlük hayattaki kullanım alanları nerelerdir? Açıklayınız.

- 5 Çevrenizdeki elektromanyetik dalga kirliliğinden kurtulmak için alınması gereken tedbirler nelerdir? Sebebiyle açıklayınız.



3. ÜNİTE > Dalga Mekaniği Kazanım 12.3.2.2: Elektromanyetik spektrumu günlük hayattan örneklerle ilişkilendirerek açıklar.

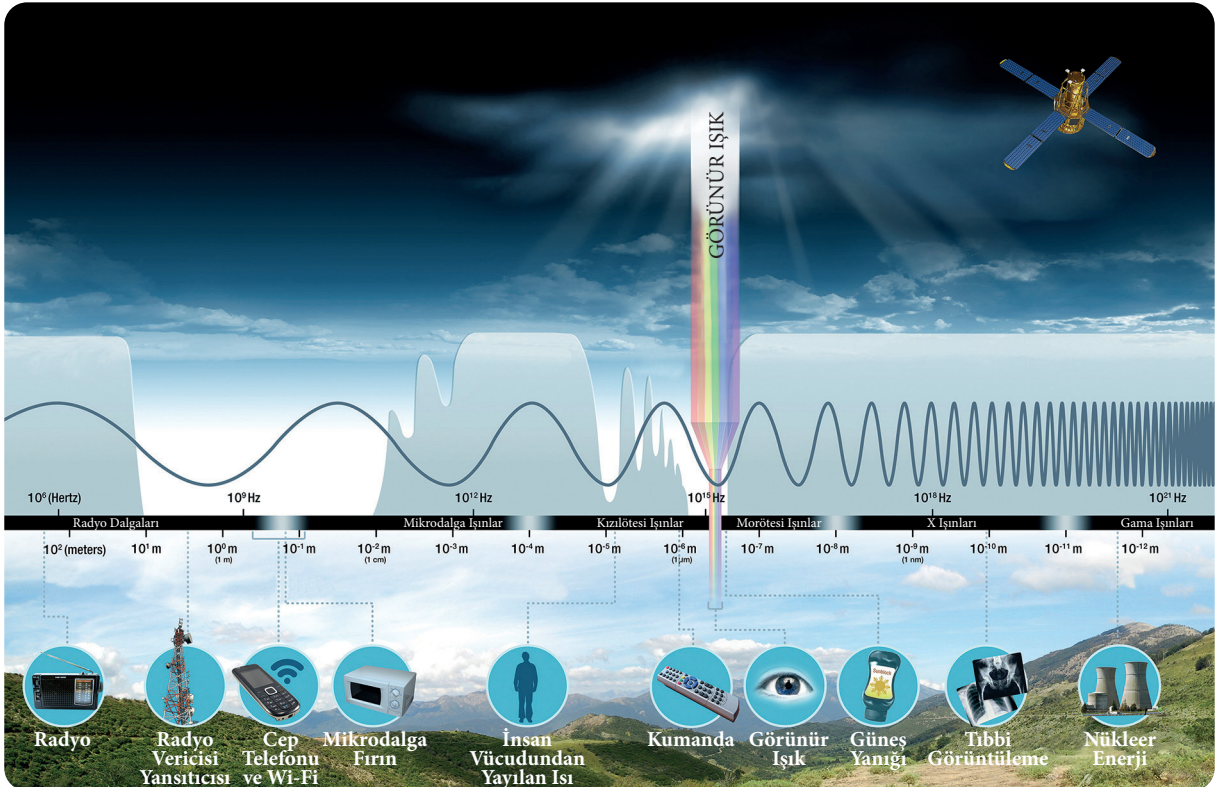
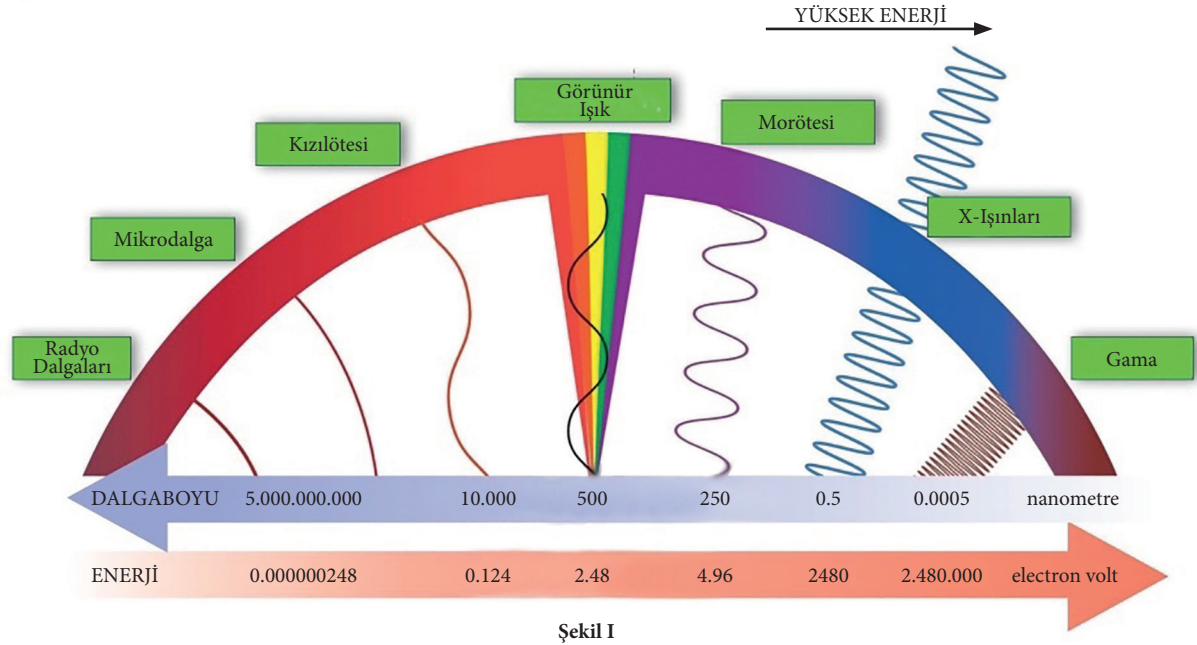
Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ELEKTROMANYETİK DALGALAR	🕒 20 dk.
Amacı	Hayatımızdaki elektromanyetik dalgalar ile etkilerini ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlik sürecinden en az bir hafta önce öğrencilerden elektromanyetik dalgaların genel özellikleri, oluşumu, kullanım alanları ve zararları hakkında farklı kaynaklardan araştırma yapmalarını söyleyiniz.

Yönerge

Şekil I'de elektromanyetik dalgaların dalga boyu ile enerji çizelgesi, Şekil II'de ise dalga boyları ile frekans durumları verilmiştir. Verilen şekillerden yararlanarak soruları cevaplayınız.





① Elektromanyetik dalgaların hepsi görülebilir mi? Açıklayınız.

② Evlerde kullanılan cihazların kablolu mu, kablosuz mu olanları daha sağlıklıdır? Sebebiyle açıklayınız.

③ Termal kameralar nerelerde kullanır? Açıklayınız.

④ Elektromanyetik dalga kaynaklarını ve canlılar üzerindeki zararlarının neler olduğunu açıklayınız.

⑤ Radyoaktif enerji dalgası uyarı sembolünü çizerek gösteriniz.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.1.1: Atom kavramını açıklar.

b) Atom teorilerinin birbirleriyle ilişkili olarak geliştirildiği vurgulanmalıdır.

c) Bohr atom teorisinde; atom yarıçapı, enerji seviyeleri, uyarılma, iyonlaşma ve ışınım kavramları vurgulanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

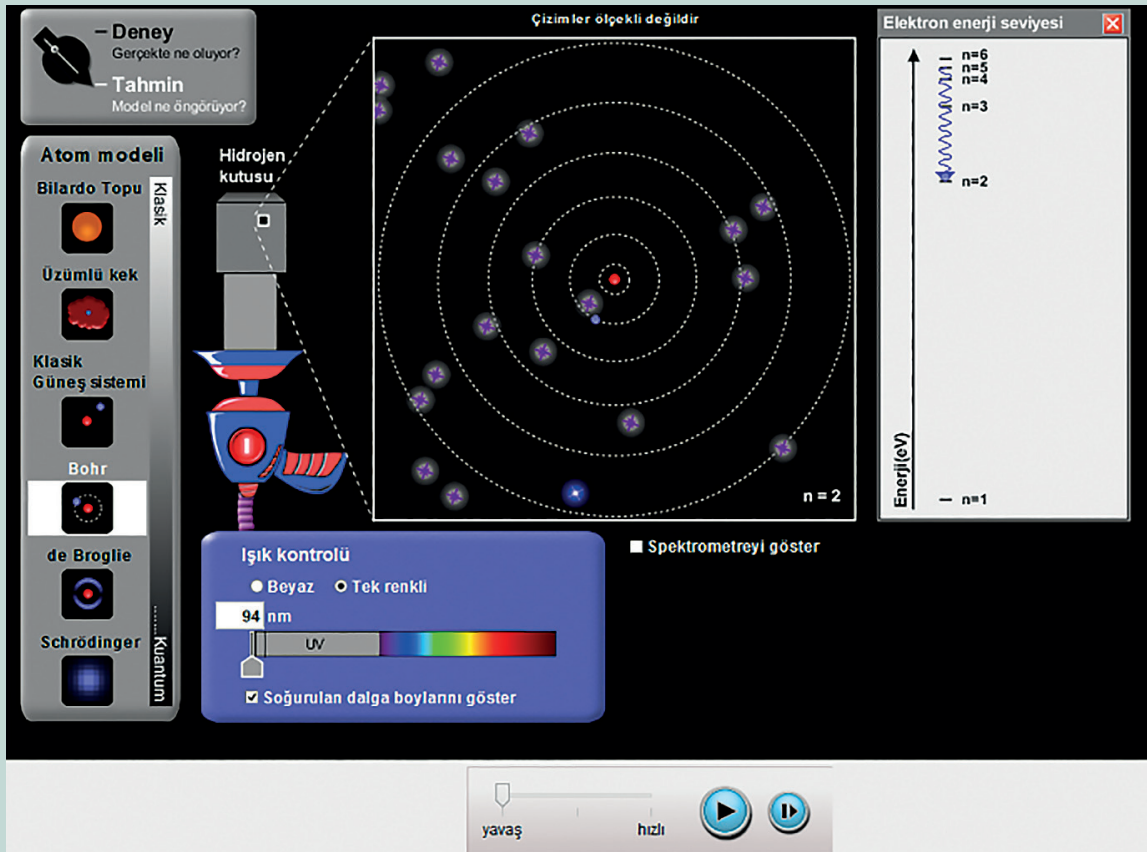
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GERÇEKTE NE OLUYOR?	🕒 20 dk.
Amacı	Atom teorilerinin gelişimini birbirleri ile ilişkilendirerek Bohr atom teorisini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge **Hidrojen atomu modelleri (hydrogen-atom) adlı simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.**

Genel ağ adresi <https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/hydrogen-atom> ile verilen simülasyonu başlatınız. (Ağ adresini açtıktan sonra "İndir" seçeneği ile simülasyonu indirip açınız.)

- ☐ Simülasyonu kullanarak şekilde verilen sol üst köşedeki "Deney" ifadesini gösteren ibreyi "Tahmin" ifadesi üzerine getirerek sol tarafta verilen atom modelleri ekranını açınız.



- ☐ Simülasyonun sol tarafındaki ekrandan Bohr atom modelini seçiniz.
- ☐ "Işık kontrolü" ekranından ışığın dalga boyunu ayarlayıp "0" ile verilen açma-kapama düğmesine basarak ışığı "Hidrojen kutusu" denilen kısma yönlendiriniz.
- ☐ Sağ tarafta verilen ekranda elektronun enerji seviyeleri verilmektedir. Gönderdiğiniz ışığın dalga boyunu göz önünde bulundurup mavi renk ile verilen elektronun üst enerji seviyelerine çıkıp indiğini gözlemleyiniz.
- ☐ Şekilde parlak kırmızı ya da parlak mavi renk elektronun, seviyeler arasında ışınım yaptığı zaman gözlemlenen renk olduğuna dikkat ediniz.



2. Yönerge **Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.**

- ① Simülasyonun sol ekranında verilen "bıardo topu, üzümlü kek, klasik güneş sistemi" modellerinin hangi bilim insanları tarafından ortaya atıldığını açıklayınız.

- ② Bohr atom modeline göre elektronun yörüngesi nasıldır? Bu yörüngeler Bohr tarafından nasıl ifade edilmiştir? Açıklayınız.

- ③ Simülasyonda mavi renk ile gösterilen elektron, kırmızı renk ile verilen protonun etrafında sürekli olarak hangi kuvvetlerin etkisi ile dönmektedir? Açıklayınız.

- ④ Elektron üst enerji seviyesinden alt enerji seviyelerine inerken ortaya çıkan fiziksel büyüklük nedir? Elektronun seviyeler arasındaki geçişi sıra ile mi olmaktadır? Açıklayınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.1.1: Atom kavramını açıkla.

ç) Milikan yağ damlası, Thomson'ın e/m tayini, Rutherford saçılması deneyleri ile sınırlı kalınır. Bu deneylerle ilgili matematiksel hesaplamalara girilmez.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

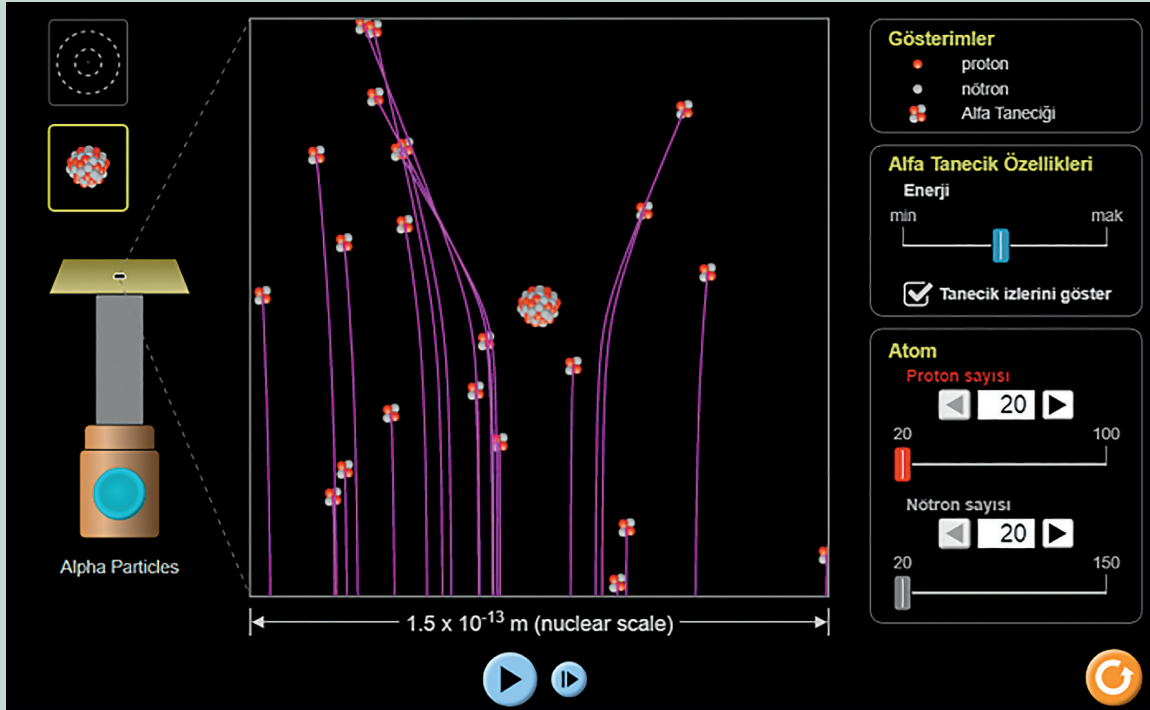
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	RUTHERFORD SAÇILMASI	🕒 15 dk.
Amacı	Rutherford deneyini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge *Rutherford saçılması (rutherford-scattering) adlı simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.*

Genel ağ adresi https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_tr.html ile verilen simülasyonu başlatınız.

☐ Simülasyonu kullanarak şekilde verilen sol üst köşedeki atom kutucuğu ekranı açınız.



- ☐ Simülasyonun sol tarafındaki ekrandan "alfa tanecikleri" butonu ile atom çekirdeğine alfa taneciklerini gönderip başlat butonu ile simülasyonu başlatınız.
- ☐ "Alfa tanecik özellikleri" ekranından alfa taneciklerinin enerjisini minimum seviyede tutup "atom" kutucuğundaki ekrandan atomun proton ve nötron sayılarını 20'ye getiriniz. Daha sonra atomun proton sayısını 40, 80 ve 100'e getirip alfa taneciklerinin durumunu gözlemleyiniz.
- ☐ "Alfa tanecik özellikleri" ekranından alfa taneciklerinin enerjisini maksimuma çıkarınız, "atom" kutucuğundaki ekrandan atomun proton sayısını 20 olarak seçip nötron sayılarını 40, 80 ve 100'e getirdiğinizde alfa taneciklerinin durumunu gözlemleyiniz.
- ☐ "Alfa tanecik özellikleri" ekranından alfa taneciklerinin enerjisini maksimuma çıkarınız, "atom" kutucuğundaki ekrandan atomun nötron sayısını 20 olarak seçip proton sayılarını 40, 80 ve 100'e getirdiğinizde alfa taneciklerinin durumunu gözlemleyiniz.



2. Yönerge *Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

- ① Alfa taneciklerinin enerjisi minimumda ve atomun proton sayısı 20'de iken alfa parçacıkları atoma yaklaşabildiler mi? Açıklayınız.

- ② Yüksek enerjili alfa taneciklerini gözlemlediğinizde atoma gönderilen bu taneciklerin hepsi sapmaya uğradılar mı? Açıklayınız.

- ③ Atomun sıra ile proton ve nötron sayılarını artırdığınız zaman alfa taneciklerinde meydana gelen sapma nasıl olmaktadır? Açıklayınız.

- ④ Rutherford'un bu deneyi yapmasının amacı nedir? Açıklayınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.1.2: Atomun uyarılma yollarını açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

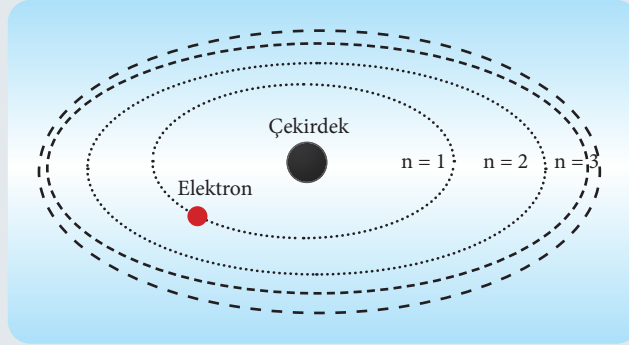
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	UYANIK ATOM	🕒 10 dk.
Amacı	Atomun uyarılma yollarını ve uyarılan atomun ışıma özelliklerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

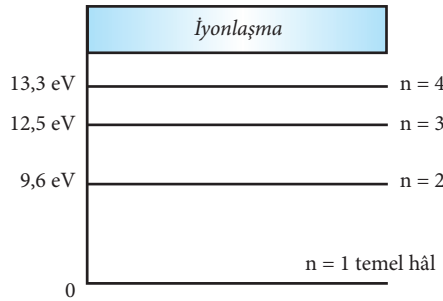
Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

Atomdaki bir elektrona yeterli enerji verildiğinde, bulunduğu enerji seviyesinden daha yüksek enerji seviyesine çıkması olayına uyarılma denir. Uyarılan atom kısa zaman içinde bazı ışımlar yaparak alt enerji seviyelerinden birine ya da temel hâle döner. Aşağıdaki görselde atomdaki yörüngeler ve çekirdeğin konumu şematik olarak verilmiştir.



- ① Atomun uyarılmasını hangi yollarla sağlayabiliriz?

- ② Aşağıdaki grafikte enerji seviyeleri verilen bir atom temel hâlde iken $n = 4$ enerji seviyesine uyarıldığında atomun elektronu tekrar temel hâle dönerken kaç farklı ışıma gözlenebilir? Geçişleri şekil üzerine çizerek gösteriniz.



- ③ Yukarıdaki grafikte enerji seviyeleri verilen aynı atom 13 eV enerjili elektronlar ile bombardıman edilirse bu atomdan çıkan elektronların enerji değerleri kaç eV olabilir?





4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.1.2: Atomun uyarılma yollarını açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

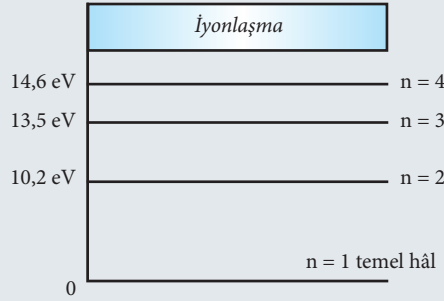
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	NASIL UYARILDI?	🕒 10 dk.
Amacı	Atomun uyarılma yollarını ve uyarılmaların özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bir atomu uyarlamak için kullanılan yöntem, atomun yapacağı ışımların ve iyonlaşma seviyelerinin durumunu belirler. Örneğin bir atom, elektron ile uyarılması durumunda, foton ile uyarılması durumundan farklı özellikler sergiler. Aşağıdaki grafikte bir atomun enerji seviyeleri verilmiştir.



- ① Temel hâldeki atoma 12 eV ve 13,5 eV enerjili fotonlar ayrı ayrı gönderilmektedir. Elektronun hangi enerji seviyesine çıkabileceğini ve kaç farklı ışıma yapabileceğini belirleyiniz. Geçişleri şekil üzerine çizerek gösteriniz.

- ② Temel hâldeki atoma 14 eV ve 13 eV enerjili elektronlar ile ayrı ayrı uyarılırsa hangi enerji seviyelerine çıkabilir?

- ③ $n = 3$ enerji seviyesine uyarılan atom temel hâle dönerken hangi enerjiye sahip ışımlar gerçekleşebilir?



**4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite**

Kazanım 12.4.1.3: Modern atom Teorisi'nin önemini açıklar.

a) Heisenberg Belirsizlik İlkesi, kuantum sayıları, olasılık dalgası ve Schrödinger dalga denkleminde değinilir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SUNUMA HAZIRLIK	🕒 25 dk.
Amacı	Modern Atom Teorisi üzerine çalışmalar yapmış bazı bilim insanlarının çalışmalarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Louis de Broglie ve Werner Heisenberg modern atom teorisi üzerine çalışmış iki bilim insanıdır. Bu bilim insanlarının modern atom teorisine katkı sağlayan çalışmalarına yönelik bir araştırma yapınız ve edindiğiniz bilgileri yazınız.

2. Yönerge

Yaptığınız araştırma sonuçlarına dayanarak , aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

①

Modern Atom Teorisi'nin ortaya çıkmasındaki etmenler nelerdir? Açıklayınız.

②

a) De Broglie dalgası nedir? Açıklayınız.

b) Bu dalga'nın dalga boyu, nelere bağlıdır? Açıklayınız.

③

Heisenberg Belirsizlik İlkesi'ne göre bir taneciğin aynı anda aynı kesinlikte ölçülemeyen parametreleri nelerdir? Ölçümün yapılmasına engel olan durumları açıklayınız.





4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.1.3: Modern atom Teorisi'nin önemini açıklar.

c) Feza Gürsey, Asım Orhan Barut ve Behram N. Kuşunoğlu'nun atom fiziği konusunda çalışmalar yaptığı vurgulanır.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KUANTUM DÜNYA'SI	🕒 25 dk.
Amacı	Modern Atom Teorisi üzerine çalışmalar yapmış bilim insanlarını ve yaptıkları çalışmaların önemini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Erwin Schrödinger, Feza Gürsey, Asım Orhan Bulut ve Behram N. Kuşçuoğlu modern atom teorisi üzerine çalışmalar yapmış bilim insanlarıdır. Bu bilim insanlarının modern atom teorisine katkı sağlayan çalışmalarına yönelik bir araştırma yapınız ve edindiğiniz bilgileri yazınız.

2. Yönerge

Yaptığınız araştırmada ulaştığınız sonuçları göz önünde bulundurarak, aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

- ① Schrödinger dalga denklemi ve denklemde yer alan kuantum sayıları nelerdir? Açıklayınız.

- ② Türk bilim insanlarının Modern atom Teorisi'ne katkıları hakkında ne düşünüyorsunuz?

- ③ Modern Atom Teorisi'nin günümüz teknolojisine katkıları nelerdir?




4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.2.1: Büyük patlama teorisini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	EVREN NASIL OLUŞTU?	🕒 20 dk.
Amacı	Büyük patlama teorisini anlayarak çıkarımda bulunabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki metni okuyunuz ve metinden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız.

BÜYÜK PATLAMA

Büyük Patlama evrenin başlangıcını ve zamanla gelişimini açıklayan kozmolojik modeldir. Büyük Patlama modeline göre evrenin gelişimi birkaç aşamaya bölünebilir. Genel görelilik denklemleri kullanılarak yapılan geriye dönük hesaplara göre başlangıçta yoğunluğu ve sıcaklığı sonsuz olan neredeyse nokta kadar büyüklükte saf enerji vardı. Büyük Patlama modeline göre evren bu saf enerjinin yaklaşık 13,8 milyar yıl önce genişlemeye başlamasıyla meydana geldi. Büyük Patlama terimi genellikle evrenin doğumu olarak adlandırılabilir bu aşamayı anlatmak için kullanılır. Şunu not edelim ki Büyük Patlama uzay içerisinde bir patlama değil, uzayın genişlemesidir.

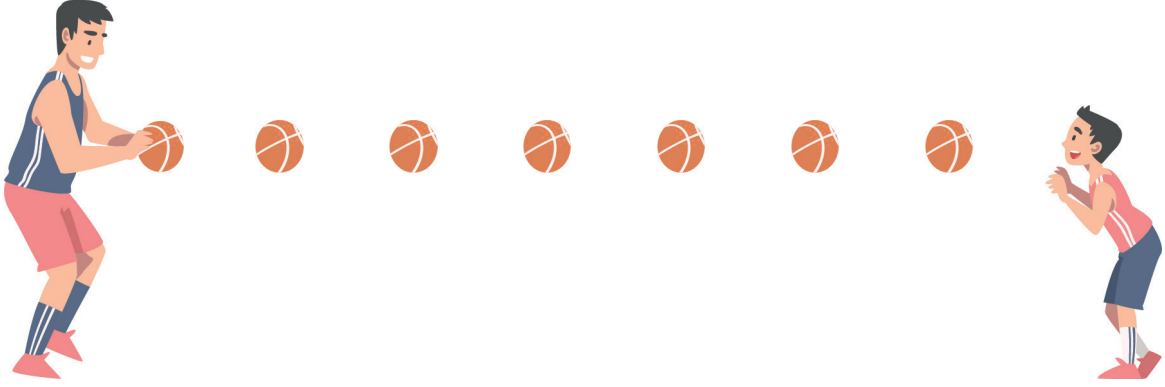
Büyük Patlamadan hemen sonra evrenin durumunun nasıl olduğu tartışma konusudur. Ancak pek çok modele göre ilk anlarda evren homojen, çok yoğun ve çok sıcaktı. Bugün evrenin çok büyük ölçeklerdeki homojen yapısının bu ilkel homojen evrenin hızla şişmesinin sonucu olduğu düşünülüyor. Şişme aşaması sonlandığında evren büyük ölçüde kuark-gluon plazmasından oluşuyordu. Bu aşamadan sonra evren soğumaya başladı. Patlamadan yaklaşık 10^{-6} saniye sonra kuarklar ve gluonlar bir araya gelerek protonlar ve nötronları oluşturdu. Bu sırada evrenin sıcaklığı yeni proton, anti-proton çiftlerinin oluşması için yeterli olmadığı için protonlar ve anti-protonlar Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ formülüne göre birbirlerini yok ederek enerjiye dönüşmeye başladı. Süreç tamamlandığında geriye sadece başlangıçtaki proton, nötron, antiproton ve antinötronların on milyarda biri kalmıştı. Bir antiproton bir protonla birlikte, bir antinötron bir nötronla birlikte var olur yada yok olur. Evren yaklaşık 1 saniye yaşındayken benzer bir süreç elektronlar ve pozitronlar arasında da yaşandı. Büyük Patlamadan birkaç dakika sonra evrenin sıcaklığı yaklaşık 1 milyar kelvine düştükten sonra döteryum ve helyum çekirdekleri oluşmaya başladı. Ancak protonların (hidrojen atomu çekirdeklerinin) büyük bir kısmı hâlâ serbestti.

Elektronların bu atom çekirdeklerine bağlanarak kararlı atomları oluşturması ancak 379000 yıl sonra mümkün olacaktı. Çünkü daha önceleri evrenin sıcaklığı ve dolayısıyla kozmik radyasyondaki fotonların enerjisi kararlı atomların uzun süre var olmasına imkân vermeyecek kadar yüksekti. Büyük Patlama'nın ürettiği atomların büyük çoğunluğu hidrojen ve helyumdur. Ayrıca az miktarda lityum da oluşmuştu. Daha ağır elementlerse Büyük Patlama'nın ürettiği elementlerin zamanla kütleçekimi etkisiyle bir araya gelerek yıldızları ve gökadalaları oluşturmasından sonra ya yıldızlar içerisinde ya da süpernova patlamaları sırasında sentezlenmişlerdir. Büyük parçacık hızlandırıcılarda yapılan deneylerde evrenin ilk zamanlarındaki koşullar oluşturularak Büyük Patlama modeliyle ilgili pek çok ayrıntı doğrulanabiliyor. Ancak Büyük Patlamadan hemen sonraki yüksek enerji yoğunluklarına ulaşamadığı için evrenin ilk anlarıyla ilgili detaylar hâlâ tartışma konusu.

Dr. Mahir E. Ocak, Büyük Patlama

- 1) Birkaç cümle ile büyük patlama teorisini yorumlayarak evrenin oluşumu hakkında bir çıkarımda bulununuz. Sizce bu teori günümüz için evrenin oluşumunu açıklamada yeterli midir? Yorumlayınız.

- 2 Bir baba ve oğul arasında 5 m mesafe olup her ikisi de sabit durmakta ve baba oğluna birer saniye aralıklarla sürekli top atmaktadır. Daha sonra geriye doğru hareket edip oğlundan uzaklaşmaya başlayan baba, hâlâ sabit duran oğluna saniyede bir top atmaya devam etmektedir.



Çocuğa ulaşan top sayısı bakımından ilk durumla ikinci durum arasında bir farklılık oluşmuş mudur? Görüşlerinizi büyük patlama teorisini destekleyen kırmızıya kayma ve Hubble Yasası ile ilişkilendirerek açıklayınız.

- 3 Bir çocuk, şişirmeden önce üzerine 1 cm aralıklarla noktalar işaretlediği balonunu yavaşça şişirmeye başlamıştır.



Bu esnada noktalardan birinde bulunduğu varsayılan bir uğur böceği diğer noktaların hareketini nasıl değerlendirmiş olabilir? Buradaki balon örneğiyle büyük patlama teorisini nasıl ilişkilendirebilirsiniz? Açıklayınız.

- 4 Evrenin büyük bir hızla genişlediği öngörüsü evrenle ilgili önceki anlayışları nasıl etkilemiştir? Büyük patlama teorisi diğer teorilerden farklı olarak hangi fiziksel olguları açıklayabilmektedir?



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.2.1: Büyük patlama teorisini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	EVRENİN OLUŞUMU	🕒 25 dk.
Amacı	Evrenin oluşumunu açıklamaya çalışan teorileri ve büyük patlama teorisini destekleyen bilimsel çalışmaları açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Etkinlik öncesinde evrenin oluşumu ve geleceğiyle ilgili farklı teorileri, çalışmalarlarıyla büyük patlama teorisini destekleyen bilim insanlarının ileri sürdükleri fikirler hakkında araştırma yapınız.

2. Yönerge

Evrenin oluşumu ve geleceğiyle ilgili, büyük patlama teorisinden farklı teorileri rapor hâlinde yazınız ve sınıf ortamında arkadaşlarınıza sunum yapınız.

3. Yönerge

Aşağıda büyük patlama teorisi üzerinde çalışma yapan ve yaptıkları çalışmalarla teoriyi destekleyen bazı bilim insanları verilmiştir. Bu bilim insanlarının yaptıkları çalışmaları tabloya rapor hâlinde yazınız ve sınıf ortamında arkadaşlarınıza sunum yapınız.



Edwin Powell Hubble
1889-1953

Kırmızıya Kayma, Hubble Yasası ve Evrenin Genişlemesi:



Robert Wilson
1936

Arno Penzias
1933

Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işıması:



George Gamow
1904-1968

Çekirdeklerin Sentezlenmesi (Nükleosentez):





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.


4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.2.2: Atom altı parçacıkların özelliklerini temel düzeyde açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi, Sınıflandırma Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	STANDART MODEL VE KÂŞIFLARI	🕒 20 dk.
Amacı	Standart modeli tanımlayarak dört temel kuvveti açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden hareketle soruları cevaplayınız.

Atom kelimesi Antik Yunanlıların, bölünemeyen şey manasına gelen atomos kelimesinden gelmektedir. Uzun bir süre atom, maddenin temel yapı taşı olarak kabul edilmiştir fakat 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında atomun maddenin temel yapı taşı olmadığı deneylerle anlaşılmıştır. 1897'de Joseph John Thomson'ın (Cosıf Con Tamsın) elektronu parçacık olarak tanımlaması, 1911'de Ernest Rutherford (Örnst Radırford) atom çekirdeğini keşfi ile onlarca farklı parçacığın keşfi başlamıştır. 1932'den sonra maddenin üç temel yapı taşının proton, nötron ve elektrondan meydana geldiği bilinirken 1940 yılına gelindiğinde birçok yeni parçacık keşfedilmiştir. 1960'dan itibaren Dünya üzerinde birçok parçacık hızlandırıcı inşa edilerek deneyler yapılmıştır. Fermilab ve CERN, Dünya'nın en önemli iki araştırma merkezidir.

Doğadaki tüm parçacıklar dört temel kuvvetin etkisi altındadır. 1960'larda Sheldon Lee Glashow (Şeldın Li Glaşov), Steven Weinberg (Stivin Veinberg) ve Abdus Salam (Abdus Selam) adlı üç fizikçi müthiş bir başarıya imza atarak bu dört kuvvetten ikisini aynı çatı altında birleştirmiştir. Glashow, Weinberg ve Salam bu çalışmaları için 1979 yılında Nobel Fizik Ödülü ile onurlandırılmıştır. Bu yeni yöntemin açtığı yoldan giden fizikçiler, doğadaki bir diğer kuvveti de benzer bir matematiksel dille ifade etmeyi başarmışlardır. Temel parçacıkları ve etkileşimlerini dört temel kuvvetten üçüyle açıklayan modele standart model denmektedir.

- ① Doğada bulunan dört temel kuvveti araştırarak bu kuvvetlerin neler olduğunu ve nerelerde etkin olduğunu belirtiniz.

a) _____ :

b) _____ :

c) _____ :

ç) _____ :

- ② Dört temel kuvveti aşağıdaki tabloda kısa veya uzun menzilli olmalarına göre sınıflandırınız.

Kısa menzilli kuvvetler	Uzun menzilli kuvvetler



- 3) Standart model temel parçacıkları ve etkileşimlerini dört temel kuvvetten hangi üçüyle açıklamaktadır? Belirtiniz.

- 4) Standart modelin çok başarılı ve kendi içinde tutarlı bir kuram olmasına rağmen hâlâ açıklayamadığı olayların olup olmadığını araştırınız. Araştırmanız esnasında topladığınız bilgileri farklı kaynaklardan doğrulayınız. Araştırmanızda yararlandığınız kaynakları belirtiniz.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.2.2: Atom altı parçacıkların özelliklerini temel düzeyde açıklar.

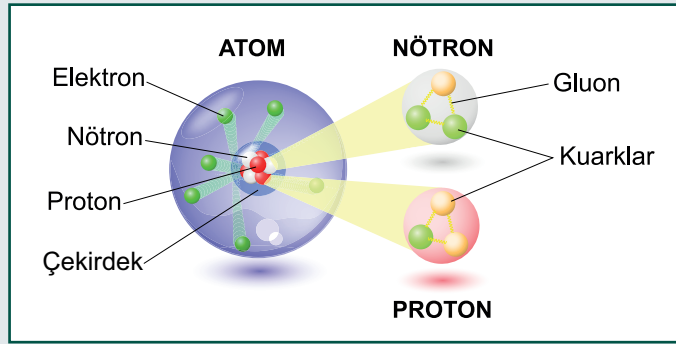
Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Sınıflandırma Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	EN KÜÇÜK KİM?	⌚ 20 dk.
Amacı	Atom altı parçacıkların özelliklerini temel düzeyde açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

Yüksüz parçacıkların manyetik alandan etkilenmemesine rağmen yüksüz bir parçacık olan nötronun manyetik alandan etkilenmesi, nötronların başka parçacıkların birleşmesinden oluşabileceği fikrini doğurmuştur. Bu yönde yapılan deney ve araştırmalar, proton ve nötronların kuark adı verilen daha küçük parçacıklardan oluştuğunu ispatlamıştır. 20. yüzyılda Abdus Salam (Abdus Selam), Sheldon Lee Glashow (Şeldin Li Glašov) ve Steven Weinberg'in (Stivin Veinberg) ortaya koydukları standart model çerçevesinde atom altı parçacıklar tanımlanmıştır. Standart modele göre parçacıklar, fermiyonlar ve bozonlar olarak iki gruba ayrılır. Fermiyonlar, birinci, ikinci ve üçüncü nesil olmak üzere toplam 6 çeşit kuark ve 6 çeşit leptondan oluşmaktadır.



Görsel 1: Atomun yapısı

- ① Standart model çerçevesinde kuarkları ve leptonları nesillerine göre sınıflandırarak Tablo 1 ve Tablo 2'yi tamamlayınız.

Tablo 1

Nesil	1. Nesil		2. Nesil		3. Nesil	
	Sembolü	Adı	Sembolü	Adı	Sembolü	Adı
Kuarklar						

Tablo 2

Nesil	1. Nesil		2. Nesil		3. Nesil	
	Sembolü	Adı	Sembolü	Adı	Sembolü	Adı
Leptonlar						

- ② Üç kuarkın bir araya gelerek oluşturduğu atom altı parçacıklar ile bir kuark ve bir antikuarkın bir araya gelerek oluşturduğu atom altı parçacıklar nelerdir? Araştırınız.



- ③ Proton, nötron ve elektronun hangi gruba ait parçacıklar olduğunu yazarak proton ve nötronun yapısındaki parçacıkları belirtiniz.

- ④ Abdus Salam, Sheldon Lee Glashow ve Steven Weinberg'in 1979'da Nobel Ödülü'nü ne üzerine aldıklarını araştırınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.2.3: Madde oluşum sürecini açıklar.

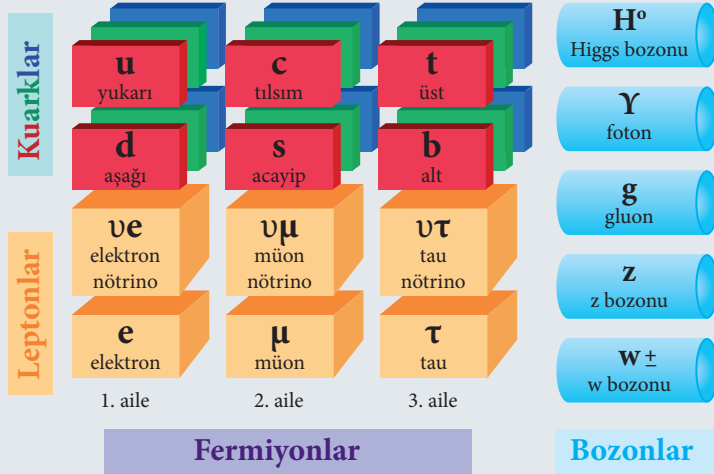
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	MADDEYİ TANIYALIM	🕒 15 dk.
Amacı	Maddeyi oluşturan parçacıkların maddeyi oluşturma sürecini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Standart model altında isimlendirilmiş atom altı 17 parçacık vardır. Bu parçacıklar, fermiyonlar ve bozonlar olarak iki ana gruba ayrılır. Fermiyonlar madde parçacıkları, bozonlarsa bu parçacıklar arasındaki etkileşimlere aracılık eden kuvvet parçacıklarıdır.



1. aileden üç farklı renkteki kuark birleşerek proton ve nötronu oluşturmaktadır. Etkili olan kuvvet taşıyıcısı ise gluondur. Proton ve nötron birleşerek atomun çekirdeğini oluşturmaktadır. Etkili olan kuvvet taşıyıcısı ise W^+ , W^- ve Z bozonlarıdır. Atom çekirdeği, foton sayesinde lepton grubundan elektron ile bir araya gelerek atomu oluşturmaktadır. Atomların bir araya gelmesiyle moleküller meydana gelir. Moleküllerin bir araya gelmesiyle de madde oluşmaktadır.

Standart modeldeki parçacıkların bazıları kütleliken bazıları kütesizdir. Standart model bu durumu Higgs mekanizmasıyla açıklar. Tüm uzayın Higgs alanıyla dolu olduğu varsayılır. Fermiyonlar, W^+ , W^- ve Z bozonları uzayda hareket ederken bu alanla etkileşerek kütle kazanırlar. Fotonun ve gluonların kütesiz olmasının sebebiyse Higgs alanıyla etkileşmemeleridir. Etkileşime aracılık eden parçacığa Higgs bozonu ya da Higgs parçacığı denir. Higgs bozonunun kendisi de Higgs alanıyla etkileşerek kütle kazanır. Higgs bozonunun diğer bozonlardan önemli bir farkı vardır. Elektromanyetik, güçlü ve zayıf etkileşimlerin aksine Higgs mekanizması kuvvet benzeri bir şeyle sonuçlanmaz. Higgs bozonu durağan kütlenin kaynağı olarak görülmektedir ve standart modelde spini 0 olan tek parçacıktır.

- 1) Atom altı parçacıklardan başlayarak su damlasının oluşması için gerekli olan parçacıklar nelerdir? Bu parçacıkları sırayla yazınız.



- ② Atom altı parçacıklardan başlayarak su damlasının oluşması için gerekli olan parçacıkları bir arada tutan kuvvet ve kuvvet taşıyıcıları nelerdir?

- ③ Atom altı parçacıkların bazılarının kütesiz olmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

- ④ Higgs bozonunu diğer atom altı parçacıklardan ayıran önemli özellikler nelerdir? Açıklayınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.2.3: Madde oluşum sürecini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

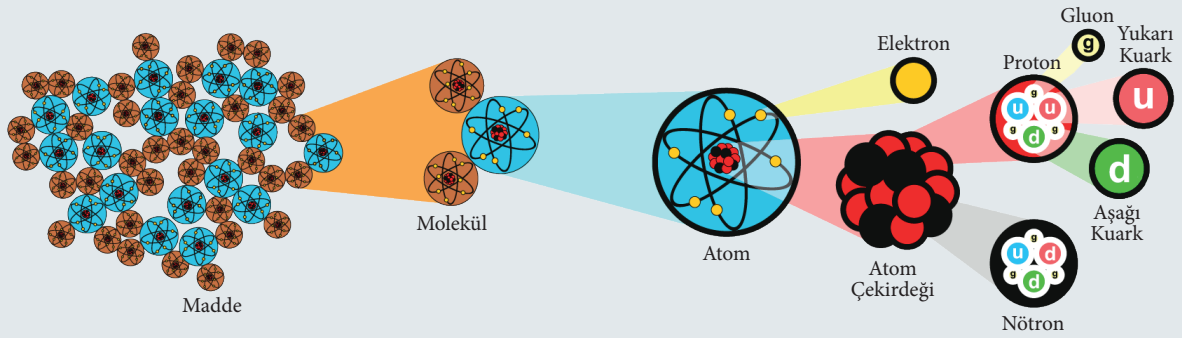
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	İÇİNDE NE VAR?	🕒 15 dk.
Amacı	Atom altı parçacıkları ve bu parçacıkların etkileşimini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

CERN’de (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) geçmişten günümüze birçok deney yapılmıştır ve hâlâ yapılmaya devam edilmektedir. CERN’de yürütülen araştırmaların esas amacı maddenin yapısını ve maddeyi bir arada tutan kuvvetleri anlamaktır. Kısaca atomu anlayarak evreni anlamaya çalışmaktır. Bu amaçla atom altı parçacıklar hızlandırılıp birbiri ile çarpıştırılarak incelenmektedir. Günümüzde atom altı parçacıkları ve bu parçacıkların etkileşimini en iyi şekilde açıklayan model, standart modeldir. Standart modeldeki atom altı parçacıkların bazıları CERN’de yapılan deneylerle keşfedilmiştir. Standart modele göre bir maddenin yapısı aşağıdaki görselde şematik olarak verilmiştir.



- Standart modele göre protonun oluşması için gerekli olan atom altı parçacıklar nelerdir? Bu parçacıkları bir arada tutan kuvvet ve kuvvet taşıyıcısı nedir? Açıklayınız.
- Standart modele göre nötronun oluşması için gerekli olan atom altı parçacıklar nelerdir? Bu parçacıkları bir arada tutan kuvvet ve kuvvet taşıyıcısı nedir? Açıklayınız.
- Standart modele göre bir atomun oluşması için gerekli olan atom altı parçacıklar nelerdir? Bu parçacıkları bir arada tutan kuvvet ve kuvvet taşıyıcısı nedir? Açıklayınız.
- Görselde SO_2 molekülünün verildiği düşünülürse bir tane molekül oluşması için kaç tane atom altı parçacık gereklidir? Açıklayınız. ($^{32}_{16}\text{S}$, $^{16}_8\text{O}$)





4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.2.4: Madde ve antimadde kavramlarını açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	RAPOR	🕒 20 dk.
Amacı	Maddeyi oluşturan tüm parçacıkların bir antiparçacığı olduğunu açıklayarak günlük hayattaki yerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencilerden madde ve antimadde kavramları hakkında araştırma yapmalarını söyleyiniz.

Yönerge

Madde ve antimadde kavramlarını tanımak ve tanıtmak amacıyla aşağıda verilen konu başlıklarını kapsayan bir araştırma yapınız. 4. konu başlığını da merak ettiğiniz bölüm ile ilgili olarak siz belirleyiniz. Araştırmanız sonucunda edindiğiniz bilgilerle bir rapor hazırlayınız. Araştırmanızda bilişim teknolojilerini kullanarak güvenilir kaynaklardan yararlanınız. Raporunuzdaki bilgileri ve yorumlarınızı sınıftaki diğer öğrencilere ve öğretmeninize sunarak madde ve antimadde ile ilgili kavramları açıklayınız. Varsa eksiklerinizi birlikte tamamlayınız.

Araştırma Konu Başlıkları:

① CERN nedir? Nerededir? Dünya ülkeleri ile ilişkisi ve yaptığı çalışmalar nelerdir?

② Antimadde nedir? Antimadde kavramından ilk kez ne zaman bahsedilmiştir?

③ Antiparçacıkların günlük hayatımızdaki yeri nedir?

④ Konu ile ilgili bir araştırma başlığı da siz belirleyiniz



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.2.4: Madde ve antimadde kavramlarını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KÜRELER	🕒 25 dk.
Amacı	Madde ve antimadde kavramlarını model üzerinden açıklayabilmek.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Teorik bir modelleme çalışmasında bazı maddelerin kendilerine zıt özellikteki hâlleri yani antimadde-leri renkli küreler kullanılarak modellenmek istenmektedir. Kullanılacak kürelerin temsil ettiği parçacıkların özellikleri aşağıda verilmiştir. Her bir küre, atomda bulunan bir parçacığı ve onun zıt özellikli biçimini (antiparçacığını) temsil ettiğine göre hangi kürelerin birbirinin antiparçacığı ve hangisinin madde, hangisinin antimadde parçacığı olduğunu belirleyiniz. Helyum, sodyum ve azot atomlarının antiparçacıklarının modellenmesi için bu kürelerden hangilerinin kullanılması gerektiğini açıklayınız.

Küreler ve Özellikleri


Mavi küre ile aynı kütleye sahiptir. Yükü negatiftir.



Sarı küre ile aynı kütleye sahiptir. Yükü negatiftir.



Atomik kütle birimi yaklaşık sıfırdır.



Beyaz kürenin antiparçacığıdır. Yüksüzdür. Madde çekirdeğinde bulunur.



Mavi küreden daha ağırdır. Yükü mavi küre ile aynıdır.



Siyah kürenin antiparçacığıdır.

Yeşil Küre: _____
 Mavi Küre: _____
 Sarı Küre: _____
 Kırmızı Küre: _____
 Siyah Küre: _____
 Beyaz Küre: _____
 Helyum: _____
 Sodyum: _____
 Azot: _____

2. Yönerge

Bu teorik çalışmada araştırmacı bir bilim insanı olarak görevlendirildiğinizi düşününüz. Kürelerin temsil ettiği parçacıklarla kurulan hipotezleri inceleyerek yorumlamanız istenmektedir. Aşağıda verilen bu hipotezlerle ilgili yorumlarınızı yazınız.

- **Hipotez 1:** Sarı küreye etki eden yer çekimi kuvveti, yeşil küreye etki eden yer çekimi kuvvetinden daha küçüktür.
- **Hipotez 2:** Kırmızı küre ayna önünde döndürülürse aynadaki görüntüsü sarı küre ile eşleştirilebilir. Bu durumda kürelerin açısal momentumları zıt yönlüdür. Yani bu parçacıkların spinleri birbirine zıt yönlü olur.
- **Hipotez 3:** Yeşil ve mavi kürelere etki eden yer çekimi kuvvetleri aynı olmalıdır.
- **Hipotez 4:** Parçacıkların tarihsel keşif süreci incelendiğinde siyah küre, ilk keşfedilen antiparçacıktır.

3. Yönerge

Mavi küre ve yeşil küre ile temsil edilen parçacıklar uygun şartlarda bir araya getirildiğinde çok büyük bir enerji açığa çıkar ve parçacıklar yok olur. Bu sırada iki adet foton oluşur. Bu dönüşüm işlemlerinde yüksek enerjili tek foton yerine iki foton oluşmasının temel nedeninin ne olabileceğini, fizikteki korunum yasalarını düşünerek yorumlayınız. Başka hangi kürelerin temsil ettiği parçacıkların uygun şartlarda bir araya getirildiğinde yüksek enerji oluşturabileceğini açıklayınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.3.1: Kararlı ve kararsız durumdaki atomların özelliklerini karşılaştırır.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BİTECEK Mİ?	🕒 15 dk.
Amacı	Yarı ömür kavramını açıklayabilme.	👤 Bireysel

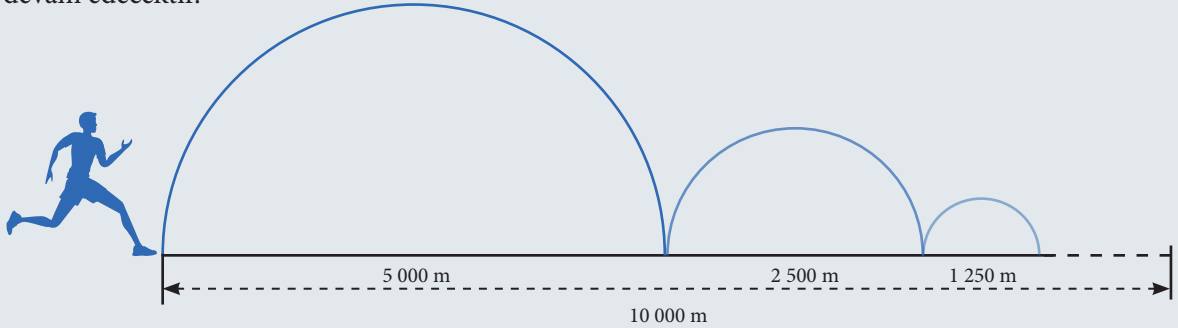
Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Antik Çağ'ın ünlü filozoflarından Aristoteles (Aristo), Fizik kitabında "Hareket hâlinde olan, hedefe varmadan önce yarı yol aşamasına gelmelidir." hipotezini savunmuştur. Bunu bir fenomen hâline getiren ise Zeno'nun ünlü dikotomi (ikili) paradoksudur. Bu paradoks kısaca şunu söyler:

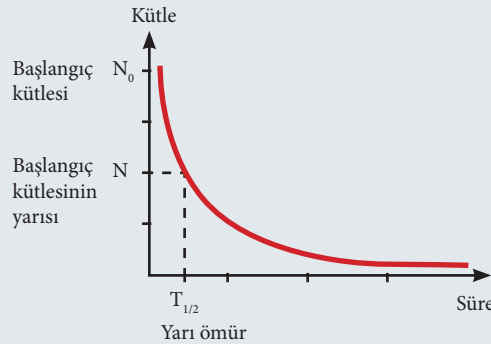
Bir koşucunun A noktasından d kadar uzaklıkta bulunan B noktasına gitmesi gerektiğini düşünelim. Ancak B'ye gitmeden önce B'ye olan uzaklığının yarısını gitmek zorundadır. Fakat B'ye olan uzaklığın yarısını gitmeden önce bunun çeyreğini gitmesi gerekir. Daha sonra çeyreği gidebilmek için sekizde birini gitmesi gerekmektedir. Bu böylece devam edecektir. Sonuç olarak koşucunun sonsuz sayıda mesafe gitmesi gerekecektir. Kısacası koşucu ilk adımını atamayacaktır. Bu paradoks, belirli bir uzaklıkta bulunan yolculuğun tamamlanamayacağını veya yolculuğa hiç başlanamayacağını, böylece her hareketin yalnızca bir yanılsamadan ibaret olacağını ifade eder.

Dikotomi paradoksunu farklı bir açıdan değerlendirebilmek için 10 000 metrelik uzun mesafe koşusuna katılan Şekil I'deki koşucu örnek olarak verilebilir. Asıl amacı varış çizgisine ulaşarak koşuyu tamamlayabilmek olan koşucu, her seferinde, koşması gereken mesafenin yarısını katetmeyi ve kısa bir süre dinlenip koşuya devam etmeyi planlamaktadır. Yani koşucu, 10 000 metrelik uzun mesafe koşusuna başladığında ilk olarak 5 000. metrede; sonra geriye kalan 5 000 metrenin yarısı olan 2 500 metreyi daha koşarak 7 500. metrede durarak dinlenecektir. Bu durup dinlenme planı bu şekilde devam edecektir.



Şekil I

Radyoaktif maddelerin de yaşam döngüsü anlatılan paradoksa benzer niteliktedir. Her defasında kütlelerinin yarısı enerjiye dönüşür. Ele alınan maddenin yarısının dönüşmesi için geçen bu süre "yarı ömür" olarak adlandırılır. Yarı ömür grafiği Şekil II'deki gibi grafikte ifade edilir.



Şekil II

- ① Koşucunun yarışı bitirebilmesi için kaç defa durup dinlenmesi gerekmektedir? Nedenini açıklayınız.



- ② Verilen olayı kararsız atomların davranışı ile bağdaştırabilir miyiz? Açıklayınız.

- ③ Radyoaktif maddelerin radyoaktif bozunması tamamen bitebilir mi? Açıklayınız.



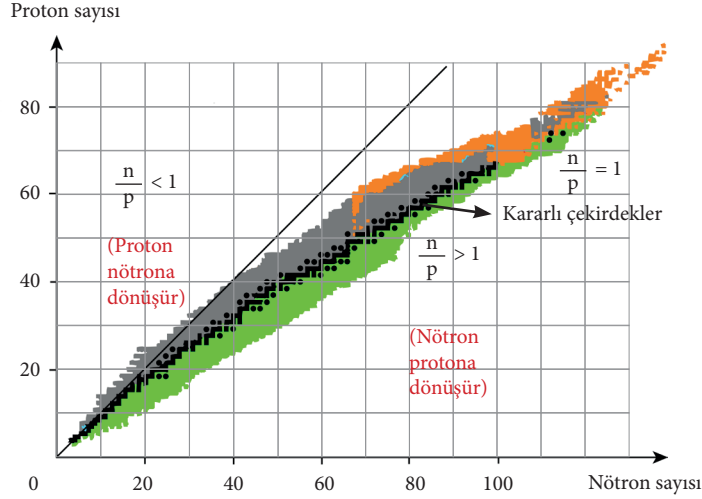
4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.3.1: Kararlı ve kararsız durumdaki atomların özelliklerini karşılaştırır.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri, Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KARARLI MI, KARARSIZ MI?	⌚ 30 dk.
Amacı	Kararlı ve kararsız durumdaki atomları açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda atomların nötron ve proton sayıları oranına göre kararlılık durumlarını gösteren grafik verilmiştir. Grafikten yararlanarak soruları cevaplayınız.



- 1 Grafikteki bilgilerden yararlanarak tabloda temsili olarak gösterilen çekirdeklerin kararlı olup olmadıklarını, kararsız ise hangi dönüşüme uğrayabileceğine ilişkin bilgileri yazınız.

Çekirdek	Kararlı olup olmadığı	Hangi dönüşümü yaptığı
⁸⁰ ₂₀ E	Kararsız	Nötron protona dönüşür.
³⁵ ₂₀ G		
¹¹⁰ ₇₀ L		
⁷⁰ ₂₀ M		
⁸⁰ ₄₅ A		
⁶⁰ ₁₀ R		
⁹⁷ ₂₀ Z		

- 2 Bir çekirdeğin radyoaktif bozunma yapabilmesi için gerekli koşulların neler olabileceğini araştırarak yazınız.



- ③ Marie Curie (Mari K ri) ve Wilhelm Conrad Röntgen'in (Vilhelm Konrad Röntgen) radyoaktivite konusunda yaptığı çalışmaların neler olduğunu belirtiniz.

- ④ Radyoaktifliėin kullanım alanlarını araştırarak yazınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.3.2: Radyoaktif bozunma sonucu atomun kütle numarası, atom numarası ve enerjisindeki değişimi açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

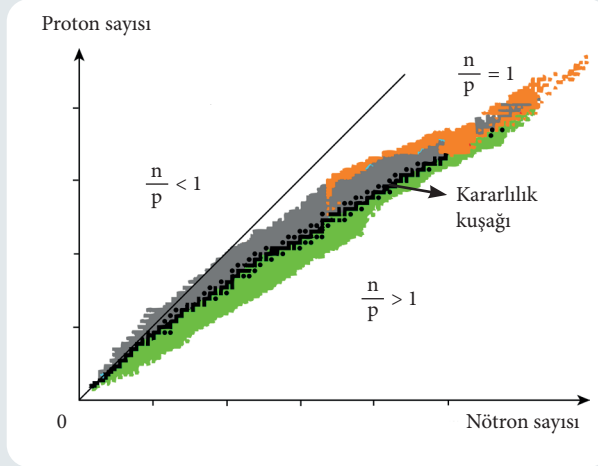
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	ÇEKİRDEK NASIL İŞİMA YAPAR?	🕒 15 dk.
Amacı	Radyoaktif ışınların sonucunda atom çekirdeğindeki değişimleri ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Atom çekirdeği proton ve nötronlardan (nükleon) oluşmaktadır. Toplam nükleon sayısı kütle numarasını, proton sayısı ise atom numarasını ifade eder. Atomların yapacağı radyoaktif bozunmaları nükleon sayıları belirler. Aşağıdaki grafikte elementlerin atomlarında bulunan nükleon sayılarına göre kararlılık kuşağını gösteren şekli verilmiştir. Kararlılık kuşağında bulunan atomların radyoaktif bozunma özellikleri yok denecek kadar azdır. Tüm atom çekirdekleri radyoaktif bozunma yaparak kararlılık kuşağı bölgesine geçiş yapma eğilimindedir.



- ① $\frac{n}{p} > 1$ bölgesinde ve $\frac{n}{p} < 1$ bölgesinde bulunan atom çekirdeğinin hangi radyoaktif bozunmaları yapması olasıdır?

- ② Atom çekirdeğinin γ bozunması yapması için koşul nedir?



- 3) α bozunması yapan bir çekirdeğin nükleon sayılarındaki değişim nasıl olur?

- 4) ${}_{116}^{238}\text{X}$ çekirdeğinin 2 defa α bozunması yapmasından sonra oluşan Y çekirdeğinin atom ve kütle numarasını hesaplayınız?



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.3.2: Radyoaktif bozunma sonucu atomun kütle numarası, atom numarası ve enerjisindeki değişimi açıklar.

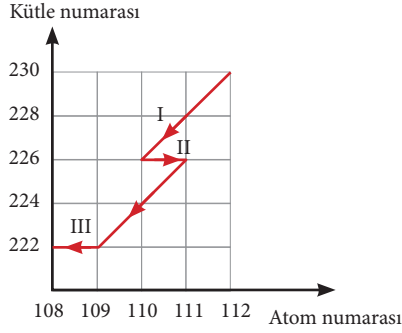
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ÇEKİRDEK BOZUNUYOR	🕒 10 dk.
Amacı	Radyoaktif ışınların sonucunda atom çekirdeğindeki değişimleri ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda bir atom çekirdeğinin zamanla gerçekleşen radyoaktif bozunma sonucunda atom ve kütle numaralarındaki değişimleri grafikte verilmiştir. Grafikteki bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.



- ① Grafikte belirtilen I, II ve III numaralı bölgelerde hangi radyoaktif bozunma olur?

- ② Çekirdeğin γ bozunumu yapabileceği yerler hangi bölgelerdir?

- ③ Sizce son durumda atom çekirdeğinin kararlılık durumu ve yapabileceği radyoaktif bozunma hakkında ne söylenebilir?





4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.3.3: Nükleer fisyon ve füzyon olaylarını açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÜÇ BENDE ARTIK!	🕒 10 dk.
Amacı	Atomun gücünü ortaya çıkaran teknikleri açıklayabilmek.	👤 Bireysel

1. Yönerge Aşağıdaki tabloda nükleer fisyon ve füzyon olayları ile ilgili tepkime örnekleri verilmiştir. Bu tepkimelerin hangi olaya ait olduğunu belirterek gerekçenizi yazınız.

Tepkimeler	... olaydır. Çünkü ...
a) ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3({}_0^1\text{n}) + \text{Q}$	
b) $4({}_1^1\text{H}) \rightarrow {}_2^4\text{He} + 2({}_{+1}^0\text{e}) + \text{Q}$	
c) ${}_1^1\text{H} + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_1^2\text{H} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{Ve} + \text{Q}$	
ç) ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{37}^{93}\text{Rb} + {}_{55}^{141}\text{Cs} + 2({}_0^1\text{n}) + \text{Q}$	

2. Yönerge Aşağıdaki tabloda nükleer fisyon ve füzyon olayları ile ilgili tepkime örneklerinin bazı alanları boş bırakılarak verilmiştir. Bu alanlardaki noktalı yerleri uygun şekilde doldurarak tepkimeleri tamamlayınız.

Tepkimeler
${}_0^1\text{n} + {}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow \dots\dots\dots\text{Xe} + {}_{40}^{98}\text{Zr} + 4({}_0^1\dots\dots\dots) + \text{Y}$
${}_1^2\text{H} + \dots\dots\dots\text{H} \rightarrow \dots\dots\dots\text{He} + \text{V}$
$\dots\dots\dots\text{He} + {}_1^1\text{H} \rightarrow \dots\dots\dots\text{He} + {}_{+1}^0\text{e} + \text{Ve}$
${}_0^1\dots\dots\dots + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{42}^{95}\text{Mo} + \dots\dots\dots\text{La} + 2({}_0^1\text{n}) + 7\text{B}$

3. Yönerge Aşağıdaki tabloya fisyon ve füzyon olaylarına ait beş özellik yazınız.

Fisyon ve Füzyon Olaylarının Özellikleri
1.
2.
3.
4.
5.




4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite Kazanım 12.4.3.3: Nükleer fisyon ve füzyon olaylarını açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi, Eleştirel Düşünme Becerisi, Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi
Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Etkinlik İsmi	NÜKLEER HAKKINDA DÜŞÜNCELERİM	🕒 20 dk.
Amacı	Nükleer enerji uygulamalarının yaşama etkilerini değerlendirebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Öğrencilerin etkinlik öncesinde nükleer enerji ile çalışan sistemler, nükleer reaktörlerin bilime, teknolojiye, ülke ekonomisine ve çevreye etkileri, atom bombasının kullanılması ile ilgili tarihi olaylar ve sonuçları, nükleer silahsızlanmanın önemi hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapmalarını sağlayınız.

Yönerge

Aşağıda nükleer enerji kullanımı ile ilgili bazı konular verilmiştir. Konular hakkındaki düşüncelerinizi verilen boş alana kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

- ① “Nükleer enerji ile ilgili bilim, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının günlük hayata etkileri”

- ② “Nükleer enerji ile ilgili bilim, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının ülkeler açısından amaç ve problem olma sebepleri”

- ③ “Nükleer uygulamaların etik açıdan değerlendirilmesi”

- ④ “İnsanlığa nükleer enerji kullanımına yönelik bir soru”





4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.3.4: Radyasyonun canlılar üzerindeki etkilerini açıklar.

a) Yaşam alanlarında var olan radyasyon kaynakları, radyasyondan korunma yolları ve radyasyon güvenliğinin araştırılması ve bilgilerin paylaşılması sağlanır.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sınıflandırma Becerisi

Etkinlik İsmi	RADYASYON HAYATIMIZIN PARÇASIDIR	🕒 20 dk.
Amacı	Radyasyonu ve radyasyondan korunma yollarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

EBA'ya kullanıcı girişi yaparak

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.792/index.html#/main/vcEbaSearch/2/radyasyon/1?pageSize=24 bağlantısını açınız. Bu sayfadaki “Radyasyondan Korunma” başlıklı dokümandan ve aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız

Radyasyon (ışınım); günlük hayatta televizyon, internet ve gazete gibi ortamlarda sıkça kullanılan bir kavramdır. Genel olarak insan sağlığına etkileri üzerinde durulmaktadır. Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerji olarak ifade edilen radyasyon hayatımızın bir parçasıdır. Bu fiziksel niceliği tanımak, onun zararlı etkilerinden korunmak ve onu insanlık lehine kullanmak için önemlidir.

Doğanın bir parçası olan radyasyonu oluşturan kaynakları doğal ve yapay olarak sınıflandırabiliriz. Doğal radyasyon kendiliğinden radyasyon yayan bir madde, yiyecek, içecek, hava ve uzaydan kaynaklanabilmektedir. Teknolojik ürünler ise yapay radyasyon kaynaklarını oluşturmaktadır.

- ① Radyasyon çeşitlerini elektromanyetik radyasyon ve parçacık radyasyonu olarak sınıflandırınız.

- ② Aşağıda verilen radyasyon kaynaklarını, doğal ve yapay radyasyon olarak sınıflandırınız.

X ışını cihazı, uranyum, toryum, aktinyum, neptünyum, nükleer bomba denemeleri, radyum, atom bombası, cep telefonu, radon, potasyum, televizyon, bilgisayar, mikrodalga fırın, karbon, trityum, muz, patates, kozmik ışınlar, saç kurutma makinesi.

- ③ Radyasyondan korunmanın temel yöntemlerini zaman, mesafe ve zırhlama (koruyucu engel) kavramlarını kullanarak açıklayınız.

- ④ Evlerimizdeki teknolojik ürünlerin yaydığı radyasyondan korunmak için alınabilecek tedbirleri örnek ürünler üzerinden açıklayınız.



4. ÜNİTE > Atom Fizikine Giriş ve Radyoaktivite

Kazanım 12.4.3.4: Radyasyonun canlılar üzerindeki etkilerini açıklar
b) İyonlaştırıcı radyasyona değinilerek kullanıldığı alanlardan ve biyolojik etkilerinden bahsedilir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sınıflandırma Becerisi

Etkinlik İsmi	RADYASYONU DOĞRU KULLANALIM	🕒 20 dk.
Amacı	Radyasyonun canlı yapılara etkisinin ve doğru kullanılmasının insanlık için önemini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

EBA'ya kullanıcı girişi yaparak

https://ders.eba.gov.tr/ders/proxy/VCollabPlayer_v0.0.790/index.html#/main/vcEbaSearch/2/radyasyon/1?pageSize=24 bağlantısını açınız ve “Radyoaktif Emniyet Tedbirleri 2” başlıklı videonun ilk 3 dakika 32 saniyesini izleyiniz. İzlediğiniz video ve aynı bağlantıdaki “Radyasyondan Korunma” başlıklı dokümandan ve aşağıdaki metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Teknolojik gelişmeler, radyasyon kullanım alanlarının artmasına ve canlı yaşamının radyasyondan daha fazla etkilenmesine sebep olmuştur. Radyasyonun canlıları etkileme şekli anlaşıldıkça ondan korunma yolları da geliştirilmektedir. Radyasyonun kontrol altına alınabilir olması enerji olarak değerini gün geçtikçe ön plana çıkarmaktadır. Günümüzde radyasyondan doğrudan enerji olarak yararlanıldığı gibi farklı alanlarda da faydalanılmaktadır.

İkinci Dünya Savaşı sırasında 6 Ağustos 1945'te Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki şehirlerine atılan atom bombaları nedeniyle yüz binin üzerinde insan can vermiştir. Bombalar atıldıkları bölgede diğer canlıların yaşam kayıplarına da sebep olmuştur. Oluşan radyasyonun etkileri halâ devam etmektedir.

- ① Radyasyon çeşitlerini iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak sınıflandırınız.

- ② İyonlaştırıcı radyasyon hangi alanlarda kullanılmaktadır? Açıklayınız.

- ③ İyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyonun canlılar üzerine etkilerini nelerdir?

- ④ Atom bombası kullanılmasının canlılara verdiği zararlar nelerdir? Açıklayınız.

- ⑤ Radyasyonun faydalı ya da zararlı olduğu konusundaki düşüncelerinizi yazınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.1.1: Michelson-Morley deneyinin amacını ve sonuçlarını açıklar.

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	BAŞARISIZLIKTAN ÇIKAN BAŞARI	🕒 10 dk.
Amacı	Bilimsel çalışmanın özelliklerinden yararlanarak, Michelson-Morley deneyinin amacı ve sonucunu ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Işık üzerine tartışmalar sürerken 1881 yılında Albert Abraham Michelson (Albirt Ebreham Maykıl-sın) ilk girişimölçeri (interferometre) geliştirdi. Sistem, bir kaynaktan çıkan ışık dalgalarının iki özdeş kısma ayrılması ve sonra bir dedektör üzerinde tekrar birleştirilmesi esasına dayanmaktaydı. Işık dalgalarının ikiye ayrılıp tekrar birleşmeleri sürecinde aralarında bir yol veya zaman farkı oluşturulabilirse bu olayın dedektör üzerinde girişim deseni olarak gözlemlenmesi gerekirdi. Üstelik oluşacak yol farkı, ışık hızının değişimi ile gerçekleştirilebilirdi. Deneyin yapıldığı yıllarda ışığın dalga modelinin en büyük zaafı "Bütün dalgalar yayılmak için maddesel ortama ihtiyaç duyar." şeklindeki yanlış görüştü. Ancak bilim insanları bundan o kadar emindiler ki ışık dalgalarının yayılmasını sağlayan ve tüm uzayı kaplayan durgun bir madde tarif ettiler. Bu maddeye "ether" denilmekteydi. Buna göre Dünya da ether denilen bu maddenin içinde hareket etmekteydi. Aynen bir uçağın rüzgârla aynı ya da zıt yönde uçunca hızının değişmesi gibi ışık dalgalarının da Dünya ile aynı ve zıt yönde hareket etmesine göre ışığın hızının da farklı olması beklenmekteydi. Ancak öngörülen sonuçlar gözlemlenemedi.

Deney, bilim insanlarınca yılmadan sabır ve kararlılıkla yıllar boyunca defalarca tekrarlandı ama sonuç değişmedi. 1887 yılında Edward Morley'inde (Edvird Morliy) katkılarıyla en hassas ve kesin sonuç, "girişim saçaklarında bir değişim gözlenememesi" şeklinde kaydedildi. Etherin varlığından asla şüphe etmeyen bilim insanları bu deneyi başarısızlık olarak nitelendirmişler ve sonucunu "Dünya ethere göre hareketsizdir." şeklinde özetlenebilecek bir şekilde açıklamışlardır. Ancak deney, ışığın hızının bütün eylemsiz referans sistemlerinde aynı olduğunun ispatlanmasına kadar uzanan bir sürecin başlangıcı olmuştur. Bu nedenle deney bilim çevrelerinde "en ünlü başarısız deney" olarak isimlendirilir.

- 1) Michelson-Morley deneyinin amacı ve sonucu nedir? Açıklayınız.
- 2) İlk defa tasarlandığı 1881 yılından kesin sonuca ulaşıldığı 1887 yılına kadar deneyin farklı bilim insanları tarafından defalarca tekrarlanmasının sebebi ve sonuçları neler olabilir? Açıklayınız.
- 3) Deneyin yapıldığı yıllarda "başarısız" kabul edilmesinin sebebi nedir? Açıklayınız.
- 4) Deneyin gerçekleşme süreci bakımından başarılı olmasına rağmen sonuç bakımından başarısız kabul edilmesi fizik bilimi ile hangi disiplin ilişkilendirilerek açıklanabilir?



5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.1.1: Michelson-Morley deneyinin amacını ve sonuçlarını açıklar.
a) Deneyin yapılış aşamaları üzerinde durulur.

Genel Beceriler: --

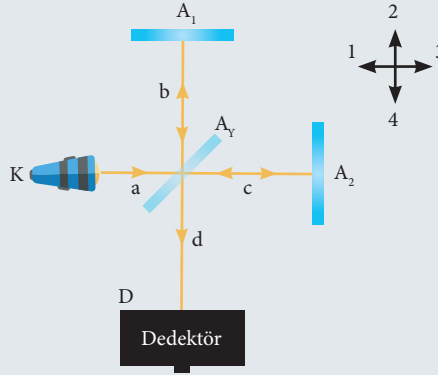
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	MICHELSON-MORLEY DENEYİNİN ANALİZİ	🕒 10 dk.
Amacı	Michelson-Morley deneyinin aşamalarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Michelson-Morley deney düzeneği ile ilgili verilen görsel ve açıklamalardan yararlanarak soruları cevaplayınız.

Deney düzeneğinin çalışma prensibi: Şekilde K ışık kaynağından çıkan ışın, A_Y yarı geçirgen aynasına ulaşır. Bu aynadan ışının bir kısmı yansıyarak A_1 aynasına, geri kalan kısmı da geçerek A_2 aynasına ulaşır. A_1 aynasından yansıyan ışınların A_Y aynasından yansımada geçen kısımları ile A_2 aynasından yansıyan ışınların A_Y aynasından yansıyan kısımları dedektörde girişim deseni oluşturur. Dedektör farklı genlikte ışık dalgalarının etkisinde kaldığı zaman girişim deseni gözlenmesi gerekir. ($|KA_Y| = a$, $|A_Y A_1| = b$, $|A_Y A_2| = c$, $|A_Y D| = d$)



Görsel: Michelson - Morley deney düzeneği

- 1 Dedektörde girişim desenini net bir şekilde gözlemlemek için beyaz, kırmızı ve magenta renkte ışık yayan kaynaklardan hangisini tercih etmek gerekir? Açıklayınız.
- 2 A_Y ile gösterilen yarı geçirgen aynanın deneydeki fonksiyonu nedir? Açıklayınız.
- 3 Deneyde A_1 ve A_2 aynaları yarı geçirgen aynada ayrılan iki ışık demetinin eşit miktarda yol almasını sağlayacak şekilde ayarlanmıştı. Bilim insanlarının deneyde böyle bir düzenleme yapmasının sebebi sizce nedir? Açıklayınız.
- 4 Bilim insanları Michelson ve Morley kurdukları deney düzeneğinde öngördükleri esir rüzgârının şekilde gösterilen hangi doğrultuda olduğunu düşünmüş olabilirler? Açıklayınız.



5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.1.2: Einstein'ın özel görelilik teorisinin temel postüllarını ifade eder.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

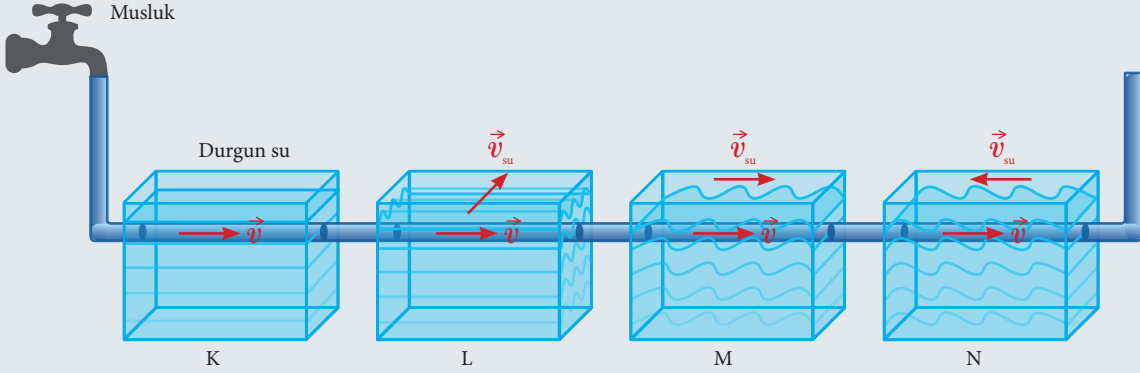
Etkinlik İsmi	IŞIK HIZI HERKES İÇİN AYNI MI?	🕒 15 dk.
Amacı	Işık hızının referans noktalarına göre durumunu açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik ders esnasında yaptırılmalıdır.

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Bir fizik öğretmeni tarafından Einstein'ın özel görelilik teorisi ile ilgili aşağıdaki deney düzeneği hazırlanmıştır. Bu deney düzeneğindeki sabit kesitli cam boru, debisi değişmeyen musluğa bağlanmıştır. Cam boruda akan suyun hız büyüklüğü V 'dir. Cam borunun içinden geçtiği K kabındaki su durgun iken L, M ve N kaplarındaki sular belirtilen yönlerde V_{su} büyüklüğündeki hızla akmaktadır.



- ① Musluktan akan ve kaplarda bulunan sular, özel görelilik teorisine göre sizce neyi ifade etmektedir?

- ② Kaplara dışarıdan bakan yere göre hareketsiz bir gözlemci K, L, M ve N kaplarından geçen cam borudaki suyun hızını hangi değerlerde ölçer? Bulunuz.

- ③ Kapların içinden bakan yere göre hareketsiz bir gözlemci K, L, M ve N kaplarından geçen cam borudaki suyun hızını hangi değerlerde ölçer? Bulunuz.

- ④ Elde ettiğiniz sonuçlarla Einstein'ın özel görelilik teorisi arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayınız.



**5. ÜNİTE > Modern Fizik**

Kazanım 12.5.1.2: Einstein'ın özel görelilik teorisinin temel postüllarını ifade eder.

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	HER ŞEY GÖRELİ MİDİR?	🕒 15 dk.
Amacı	Özel görelilik kavramını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge*Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.***Talihsiz Bir Adlandırma: Relativity**

Bazen büyük bilimsel gelişmelerin yönünü değiştirecek bulgulara, o bulguların anlamının sapmasına neden olacak “talihsiz” adlar verilebilir. “Görelilik” de bunlardan biridir. “Her şey görelidir” deyince, Einstein’ın büyük hayali çoğunlukla yanlış anlaşılıyor. Sanki ortada “doğru” bir şey yok, herkes kendi bakış açısının doğru olduğunu ortaya sürmekte özgürdür gibi yanlış bir izlenim doğuyor. Oysa Einstein, bunun tam tersini yaptı. O fizik kurallarının evrenselliğini, bakış açısına göre değişmezliğini gösterdi.

Görelilik kavramının doğuşu Einstein’dan çok öncedir. En azından Galilei’ye kadar geriye götürebiliriz. Newton, görelilik kavramını bilinçli kullanmış ve hareket yasalarını mutlak uzay ve mutlak zamana göre ifade etmiştir. Einstein’ın özel görelilik kuramının Galilei ve Newton göreliliğinden farkı, uzayın ve zamanın mutlak olamayacağını söylemesidir. Ayrıca matematiksel açıdan bakınca, Galilei dönüşümleri yerine Lorentz dönüşümünü kullanması ve çıkan sonuca yepyeni bir fiziksel yorum getirmesidir. Tabi, şimdi basitçe ifade ettiğimiz bu işin o gün için hayal edilmesi zordu ve Einstein’ın bu büyük hayali 20. yüzyıl başlarında fiziğe bakışımızı bütünüyle değiştiren büyük bir bilimsel bulgudur. Kısaca söylemek gerekirse özel görelilik kuramı, fizik yasalarının eylemsiz referans sistemlerinde aynı olduğunu söyler.

Timur Karaçay
Başkent Üniversitesi, Ankara
tkaracay@baskent.edu.tr

① Görelilik kavramı sizin için ne ifade ediyor?

② Newton ile Einstein’ın görelilik ile ilgili ifadelerindeki farklılık nedir? Açıklayınız.

③ Bilimde mutlak doğru var mıdır? Açıklayınız.

④ Bilimin gelişebilmesi için ne gibi yaklaşımların olması gerekir?





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.1.3: Görelî zaman ve görelî uzunluk kavramlarını açıklar.

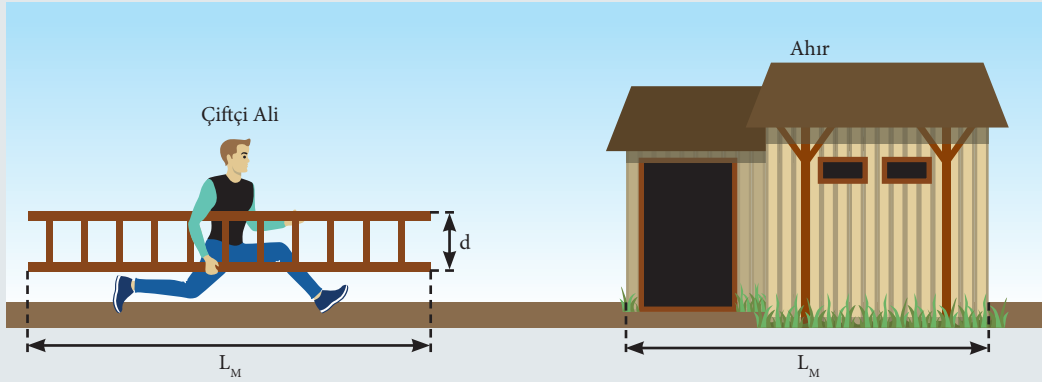
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÖZLEMÇİ FARKI	🕒 10 dk.
Amacı	Özel görelilikle ilgili kavramları açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen düşünce deneyinden hareketle soruları cevaplayınız.

Hayalî kahramanımız çiftçi Ali, işlerinde kullanmak için merdiven alıyor ancak merdivenin boyunun ahırdan uzun olduğunu fark ediyor. Bir zaman sonra eline, özel görelilik ile ilgili bir kitap geçiyor ve kitabı okuyor. Kitaptaki bilgilerden bir cisim hızına yakın hızda hareket ederse cismin hareket doğrultusundaki boyunun değişeceğini öğreniyor. Çiftçi Ali, oğlu Deniz'e ahırın içinde durgun hâlde iken onu gözlemlemesini söylüyor.



Hayalî kahramanımız çiftçi Ali merdiveni alarak ahıra doğru ışık hızına yakın sabit hızla koşmaya başlıyor. Koşmaya başlamadan önce merdivenin boyu L_M , ahırın boyu L_A ve merdivenin genişliği d 'dir.

- ① Çiftçi Ali ışık hızına yakın sabit bir hızla koşmaya başladıktan sonra L_M uzunluğu çiftçi Ali'ye göre nasıl değişir? Açıklayınız.

- ② Çiftçi Ali ışık hızına yakın sabit bir hızla koşmaya başladıktan sonra L_A uzunluğu çiftçi Ali'ye göre nasıl değişir? Açıklayınız.

- ③ Çiftçi Ali ışık hızına yakın bir hızla koşmaya başladıktan sonra oğlu Deniz'e göre L_A , L_M ve d uzunlukları nasıl değişir? Açıklayınız.



- 4) Çiftçi Ali koşarken saatine baktığında 1 s'nin geçme süresini t_1 , oğlu Deniz'in saatine baktığında ise t_2 olarak ölçüyor. Bu süreler arasındaki büyüklük sıralaması nasıl olur? Açıklayınız.

- 5) Deniz, babası koşarken saatine baktığında 1 s'nin geçme süresini t'_1 babasının saatine baktığında t'_2 olarak ölçüyor. Bu süreler arasındaki büyüklük sıralaması nasıl olur? Açıklayınız.



5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.1.3: Görelî zaman ve görelî uzunluk kavramlarını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	UZAYDAN MESAJ VAR	⌚ 10 dk.
Amacı	Özel görelilikle ilgili kavramları açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Dünya'ya doğru yaklaşmakta olan aşağıdaki görseldeki gibi bir uzay aracının hızı, ışık hızına yakındır. Araç Dünya üzerinde bulunan bir istasyon ile iletişim hâlinindedir. Aracın içinde Dünya'daki istasyonla özdeş olan bir saat bulunmaktadır. Araç içindeki astronot, gözlemlerini istasyona; istasyon da araç ile ilgili gözlemlerini astronota iletmektedir.



- ① Astronotun gözlemine göre Dünya'da bulunan istasyonun hareket doğrultusundaki boyu gerçek boyuna göre nasıl ölçülür? Açıklayınız.

- ② İstasyondaki gözlemcilere göre uzay aracının boyu gerçek boyuna göre nasıl ölçülür? Açıklayınız.

- ③ İstasyondaki ve araç içindeki saatlerin ölçtüğü zamanları birbiriyle karşılaştırınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.


5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.1.4: Kütle-enerji eşdeğerliğini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ENERJİ, KÜTLE VE SONRASI	🕒 25 dk.
Amacı	Kütle-enerji eşdeğerliğini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Evrenin oluşumu ile ilgili kabul edilebilir en yaygın teori olan “büyük patlama” sonucunda enerjinin maddeye dönüştüğü öngörülür. Ancak bunu söyleyebilmek için 20. yüzyıla kadar beklemek gerekmiştir.

Klasik fizik bize, çevremizde gerçekleşen olayları tam anlamıyla gördüğümüz biçimde açıklar. Örneğin hız anlamında ulaşabileceğimiz belirli sınırlar vardır ve şu anki teknoloji ile ses hızının ancak iki katına kadar çıkabilmekteyiz. Bu hız, bilinen kütleyle herhangi bir etkide bulunamamaktadır. 1919 yılında Albert Einstein (Albert Aynştayn) (1879-1955), kütle ve enerjinin eşdeğerliğini “özel görelilik teorisinin en önemli sonucu” olarak tanımladı. Çünkü bu sonuç, modern fiziğin merkezinde yatan en önemli fenomenlerden biriydi. Bunun yanında ise birçok yorumcu, Einstein’ın açıklamasında bunu denklemle ifade etmediğini gözlemlemişti. Kendisi formüllere sıkışıp kalmaktansa basit bir açıklama peşindeydi. Eylemsiz bir çerçeveye göre hareketsiz duran maddenin bir miktar enerji emdiği veya yaydığı sonucuna vardı. Kısacası durgun kütle buna göre bir miktar artacak veya azalacaktı.

Klasik anlamda, eylemsizlik kütlesi, bir nesnenin hareket durumundaki değişikliklere direnme derecesini ölçen, kendine özgü bir özelliği olarak yorumlanır. Ancak Einstein’ın, bir maddenin eylemsizlik kütlesinin maddenin enerjiyi emmesi veya yayması durumunda değiştiği sonucuna varması çağ açıcı bir söylemdi. Çünkü Einstein, “Eğer teori gerçeklerle uyuyorsa o zaman radyasyon, yayan ve emen cisimler arasında eylemsizliği iletir.” sonucuna varmıştır. Yine de klasik fizikte durgunluk eylemi, cisimler arasında aktarılabilir türden bir şey değildi.

Einstein’ın kütle-enerji eşdeğerliğinin ilk türetilmesinden yüz yıl sonra, enerjinin maddeye, maddenin de enerjiye dönüşebileceğini söyleyebilmekteyiz. Fizikçi Wolfgang Rindler’in (Wolfgang Rindler) (1924-2019) işaret ettiği gibi sonuç elektromanyetizmadan genel göreliliğe kadar fiziğin birçok dalında uygulanabilir ve geçerliliği kanıtlanabilir. Bu nedenle, birçok fizikçinin de katıldığı bu görüşe göre kütle-enerji denkliği gerçekten fiziğin yeni bir temel ilkesidir.

Sonuçta $E = m \cdot c^2$ denklemi 20. yüzyılın tartışmasız en ünlü denklemidir. Einstein’ın meşhur sonucunun neyle ilgili olduğunu ya da nelerle ilgili olmadığını anlamak için fiziğin ve dolayısıyla bilimin içinde sonsuz bir yolculuk yapmak, bilim insanlarının önemli görevlerinden bir tanesidir.

- 1) Klasik fizik ile modern fizik arasındaki farklar nelerdir? Açıklayınız.

- 2) Madde ve enerji arasındaki etkileşim hakkında Einstein’ın fikri nedir?



3 Madde enerji eşdeğerliği, yaşamımıza ne gibi katkılar sunmuştur?

4 Wolfgang Rindler'in madde ve enerji eşdeğerliği hakkında yaptığı çalışmalar nelerdir? Araştırınız.

5 Einstein'ın "Eğer teori gerçeklerle uyuyorsa o zaman radyasyon, yayan ve emen cisimler arasında eylemsizliği iletir." sözü sizce neden çağ açıcı bir söylem niteliğindedir? Açıklayınız.




5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.1.4: Kütle-enerji eşdeğerliğini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ZİNCİRLEME TEPKİMELER	🕒 15 dk.
Amacı	Madde ve enerji arasındaki etkileşimi açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencilerden madde-enerji etkileşimleri hakkında çalışmalarda bulunmuş bilim insanları ile ilgili araştırma yapmalarını isteyiniz.

Yönerge Aşağıda verilen metinden ve yaptığınız araştırma sonuçlarından yararlanarak soruları cevaplayınız.

Madde ve enerji üzerine çalışmalar yapmış bazı bilim insanları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir:

Antoine Lavoisier (Antuan Lavosie)

Doğanın tüm işleyişlerinde hiçbir şeyin yoktan oluşmadığı, deneysel dönüşümlerde maddenin kütle olarak aynı kaldığı, elementlerin tüm bileşimlerinde özelliklerini koruduğu gerçeğini tartışılmaz bir önerme olarak ortaya sürebileceğini belirtti.

Michael Faraday (Maykıl Faraday)

Bir mıknatıs çevresinde tersine karşılıklı dönebilen bir kablo sistemi geliştirdi ve tarihte ilk kez elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülmüş oldu. Bu keşif, elektrik motorlarının esası olarak kabul edilmiştir.

Enrico Fermi (Enriko Fermi)

Enerjinin korunumu ilkesi uyarınca elektron ile birlikte beta bozunması sırasında yayılan yüksüz bir parçacığın varlığı fikrini ortaya atmıştır. Ayrıca indüklenmiş radyoaktivite üzerine yaptığı çalışmalar sırasında kullandığı nötron bombardımanı tekniği ile uranyum ötesi elementlerin keşfinin önünü açmıştır.

Lise Meitner (Lize Maytna)

İlk olarak uranyum atomunu nötronlar yardımıyla bölerek açığa çıkan büyük enerjiyi hesaplamıştır. Hatta bilimsel literatüre yeni tip nükleer tepkime kavramını kazandırmıştır. Aynı laboratuvarında çalıştığı Hahn ile bu olaya biyolojide de kullanılan fisyon adını verdiler ve bir çekirdekte oluşan tepkimeden 200 milyon elektron volt enerji açığa çıktığını hesapladılar.

Otto Hahn (Attu Haan)

Uranyum atomlarının üzerine nötron yollandığında ortaya baryum ve kripton atomları ile yeni nötronların çıktığını belirledi. Meitner ile aynı laboratuvarında çalışmıştır.

Leo Szilard (Leo Silaar)

“Bir nötron aldığında iki nötronu açığa çıkaran bir atom çekirdeği bulunabilirse zincirleme tepkime oluşturulabilir.” görüşünü ortaya atmıştır. Sonuçta nükleer zincir tepkimesi tasarımı Enrico Fermi ile birlikte ortaya atarak nükleer reaktör fikrinin patentini aldılar.

Hans Bethe (Hans Bite)

Hidrojen atomlarının döteryum izotopunu oluşturmak amacıyla tepkimeye girdiğinde bir miktar enerjinin ortaya çıktığını belirledi. Proton-proton zincir tepkimesi adlandırmasını ortaya atmış ve bunun Güneş'ten çıkan enerjinin kaynağı olduğunu belirtmiştir.

Albert Einstein (Albert Aynştayn)

Enerjinin, ışık hızının karesiyle maddenin kütesinin çarpımına eşit olduğunu öne sürerek bilim dünyasında yeni bir çığır açmıştır. Enerji ve maddenin birbirlerinin dönüşümü olduğunu söylemiştir yani maddeler de çok yoğun enerjilerdir. Kimyasal tepkimeler sonrası küçük de olsa kütlelerin bir kısmının enerjiye dönüştüğünü ve bu durumu açıklamak için $E = m \cdot c^2$ eşitliğinden yararlanılması gerekliliğini ortaya atmıştır. Özel görelilik kuramı bu eşitliğin sonucu olarak türetilmiştir.



- ① Metinde isimleri verilen ve madde-enerji eşdeğerliliği ile ilgili çalışmalar yapan bilim insanlarını yaptığınız araştırmadan da faydalananarak kronolojik sıraya göre sıralayınız.

- ② Nükleer tepkimelerin keşfedilmesi sonucunda gerçekleşen bilimsel gelişmeler nelerdir? İki örnek veriniz.

- ③ Kütle-enerji eşdeğerliği kullanılarak başka hangi teori üretilmiştir?




5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.2.1: Siyah cisim ışımasını açıklar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi, Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi, Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	MÜNAZARA GRUPLARI	🕒 25 dk.
Amacı	Siyah cisim ışımasına, klasik ve modern fizik yaklaşımlarının farklılıklarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda klasik ve modern fizik yaklaşımlarının savunulacağı müzaraaya ait bilgiler ile X ve Y münazara gruplarına ait argümanlar verilmiştir. Verilen argümanları inceleyerek soruları cevaplayınız.

Kuantum fiziğinin gelişim sürecini inceleyen bir grup araştırmacı, klasik fizik ve modern fizik yaklaşımları ile ilgili savunmalar hazırlayarak o dönemin düşünce basamaklarını düzenledikleri münazara ile canlandıracaklardır. Klasik fizik ve modern fizik arasındaki farkları açıklamak için savunmalarını siyah cisim ışıması üzerinden oluşturdukları argümanlarla yapmaya karar vermişlerdir. X ve Y grubu olarak iki gruba ayrılmışlardır. X grubu klasik fizik, Y grubu modern fizik yaklaşımını savunmaktadır. X ve Y grupları savunmaları için yaklaşımları doğrultusunda aşağıdaki argümanları seçmişlerdir.

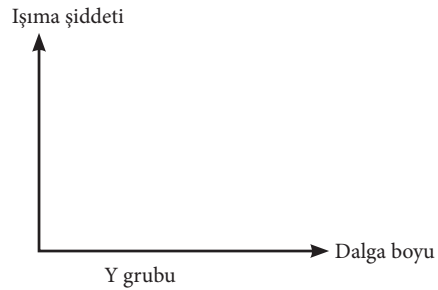
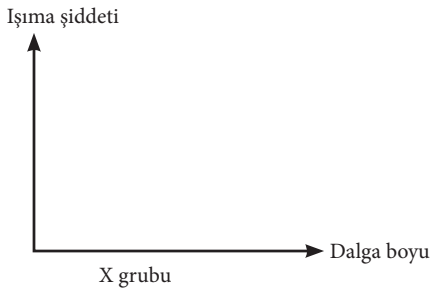
X GRUBU

- Işıma her dalga boyunda olur.
- Dalga boyu sıfıra yaklaşırken enerji sonsuza gitmektedir.
- Dalga boyu büyüdükçe ışıma şiddeti ve enerji sıfıra yaklaşır.
- Işıma grafiği teorik hesaplamalardan oluşur.
- Uzun dalga boylarında deneysel sonuçlarla uyumludur.
- Işıma, sürekli dalgalar hâlinindedir.
- Morötesi dalga boyları için ışık şiddeti sonsuza gider. Bu durum, deney sonuçları ile uyumsuzdur.
- Işıma nedeni, cismin üzerindeki atomlarda bulunan yüklü parçacıkların ivmeli hareketidir.

Y GRUBU

- Belirli bir sıcaklıktaki ışıma tek dalga boyunda, maksimum şiddette olur.
- Işıma kısa dalga boylarında deneysel sonuçlarla uyumludur. Enerji sonsuza gitmez, maksimum değerden azalarak sıfıra yaklaşır.
- Dalga boyu büyüdükçe ışıma şiddeti ve enerji sıfıra yaklaşır.
- Cismin üzerinde yer alan tanecikler belirli frekansta titreşir.
- Işıma, bağımsız dalga paketleri hâlinindedir.
- Siyah cisim ışıması yapan atomların enerjisi kesikli değerler alır.
- Max Planck tarafından öne sürülen hipotezle temelleri atılmıştır.
- Taneciklerin sürekli olmayan kesikli yapıda enerjileri vardır.

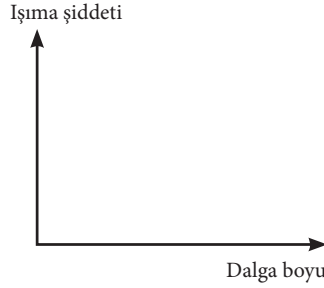
- 1) Grupların argümanlarından yola çıkarak her grubun yaklaşımına göre, siyah cisim ışımasına ait ışıma şiddetinin dalga boyuna bağlı değişimini grafik çizerek yorumlayınız.





- ② Y grubu araştırmacıları incelemelerini deneysel sonuçlarla pekiştirmek için ilk sıcaklıkları aynı olan, demirden yapılmış, özdeş A, B ve C levhalarını aynı ısıtıcılarla farklı sürelerde ısıtarak ışımaları gözlemlemiş ve dalga boyunun ışıma şiddetine bağlı değişimini ölçmüşlerdir. Bunun için A levhasını 20 dakika, B levhasını 14 dakika ve C levhasını 6 dakika boyunca ısıtmışlardır. Deney sonunda A levhasının maksimum şiddette ısıma yaptığı dalga boyunun en küçük olduğunu, C levhasından yapılan ışmanın dalga boyunun ise en büyük olduğunu ölçmüşlerdir. Buna göre maksimum şiddetteki ısıma dalga boyunun sıcaklıkla nasıl değiştiğini açıklayınız.

- ③ A, B ve C levhalarına ait ısıma şiddeti-dalga boyu grafiklerini, ilk yönergedeki argümanlarla deney sonuçlarını birleştirerek çiziniz. Grafiğin altında kalan alan ısıma gücünü verdiğine göre hangi levhanın ısıma gücünün en büyük olduğunu yorumlayınız.



- ④ Deneyde B levhasının yaptığı ışmanın rengi sarı ise A ve C levhalarının yaptıkları ışımaların renklerinin neler olabileceğini görünür bölge spektrometresini düşünerek açıklayınız. Çok yüksek ya da çok düşük sıcaklıklarda ısıma renginin görünmeyeceği durumları yorumlayınız.



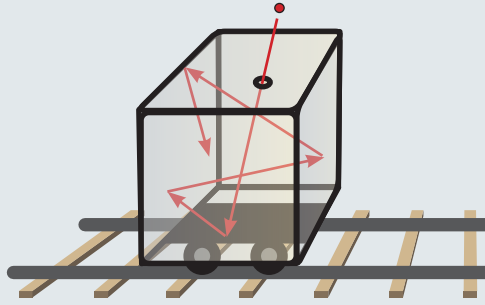
5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.2.1: Siyah cisim ışımasını açıklar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi, Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SIYAH CİSİM	🕒 25 dk.
Amacı	Siyah cisim kavramını ve siyah cisim ışımasında klasik ve modern fizik yaklaşımlarının farklarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge*Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Aşağıdaki şekilde verilen sistemdeki gibi dört duvardan oluşan, üzerinde durduğu sürtünmelerin ihmal edildiği raylarda hareket edebilen, özkütlesi küçük bir maddeden yapılmış, içi boş, küp şeklindeki bir odayı ve bu odaya üzerinde bulunan küçük delikten bir lastik topu fırlattığınızı düşününüz.



- Topun odadaki hareketini ve topu kutuya fırlatırken topa sağladığınız enerjinin nasıl değişeceğini yorumlayınız.

- Başlangıçta hareketsiz olduğu bilinen odanın, içine top fırlatıldıktan sonraki hareketini ve enerjisini yorumlayınız. Enerjiyi etkileyebilecek faktörleri yazınız.

- Aynı düşünce deneyinin top yerine bir ışın ile yapıldığı düşünülürse herhangi bir ışının tüm enerjisinin oda tarafından alınması için odanın içinin ne renk olması gerektiğini ve bu süreçte cisimde hangi değişikliklerin oluştuğunu yorumlayınız.

- Buradaki düşünce deneyinde bahsedilen siyah cisme benzerlik gösteren, sıcaklığı arttıkça enerji değişimini gözlemleyebileceğiniz ve üzerine düşen ışığı soğurabilecek cisimlere günlük hayattan örnekler veriniz.

- Mutlak sıfır sıcaklığından daha düşük bir sıcaklık değeri olmadığına göre görülemiyor olsa bile cisimlerin sıcaklığına bağlı enerji değişimleri sergileyip sergileyemeyeceklerini yorumlayınız. Varsa gözle görülemeyen bu değişimin nasıl belirlenebileceğini yazınız.




5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.1: Foton kavramını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

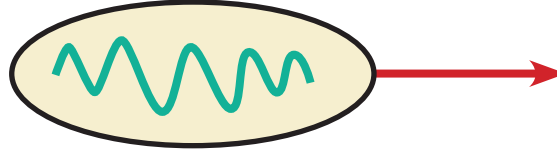
Etkinlik İsmi	FOTON NEDİR?	🕒 10 dk.
Amacı	Foton kavramını ve özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

 Yönerge **Aşağıda verilen metin ve şekilden yararlanarak soruları cevaplayınız.**

Foton en basit şekilde enerji taşıyan bir ışık taneciği olarak ifade edilebilir. Fotonun bazı özellikleri:

- ▶ Fotonlar, boşlukta ışık hızı ile hareket eder ve Higgs alanıyla etkileşmez.
- ▶ Manyetik alandan ve elektrik alandan herhangi bir doğrultuda geçerken sapmaya uğramaz.
- ▶ Fotonlar hiçbir sistemde durgun olarak bulunamaz.

Aşağıda foton şematik çizimi verilmiştir.



Foton

① Fotonun kütlesi için ne söylenebilir? Açıklayınız.

② Fotonun elektrik yükü için ne söylenebilir? Açıklayınız.

③ Fotonun çizim şekline bakarak ışığın yapısı hakkında ne söyleyebilirsiniz? Açıklayınız.

 ④ Max Planck, fotonun enerjisi için $E = h \cdot f$ denklemini önermiştir. Bu denklemden ulaşılabilecek sonuçlar nelerdir?



**5. ÜNİTE > Modern Fizik** Kazanım 12.5.3.1: Foton kavramını açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	FOTONU ANLIYORUM	⌚ 30 dk.
Amacı	Fotonun tanımını ifade ederek özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge Foton kavramı ile ilgili üç farklı kaynaktan araştırma yapınız. Kütüphane, canlı kaynak, çevrim içi veri tabanları vb. kaynaklardan yararlanabilirsiniz.

2. Yönerge Kaynaklardan elde ettiğiniz, fotonun tanımı ile ilgili bilgileri Tablo 1'e ve fotonun özellikleri ile ilgili bilgileri Tablo 2'ye yazınız.

Tablo 1

Kaynak No.	Kaynak	Fotonun Tanımı
1		
2		
3		

Tablo 2

Kaynak No.	Kaynak	Fotonun Özellikleri
1		
2		
3		

3. Yönerge Kullandığınız kaynağın doğruluğunu belirlemek için tabloda verilen soruları yanıtlayınız.

Kaynağın Doğruluğunu Değerlendirme Formu		
Sorular	Evet	Hayır
Kaynakça akademik yayın içeriyor mu?		
Kullandığınız kaynak hakemli bir yayın mı?		
Yazar, tanımlar için referans listesi sunmuş mu?		
Kaynakta yazım ve dil bilgisi kurallarına uyulmuş mu?		
Kaynakta geçen tanımlar diğer kaynaklarla uyuyor mu?		
Kaynakta yazar(lar)dan habersiz/izinsiz değişiklik yapılabilir mi?		

4. Yönerge 3. Yönerge'den faydalananarak doğruluğundan emin olduğunuz kaynaklardan edindiğiniz bilgileri kullanarak foton kavramını kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

Foton: _____



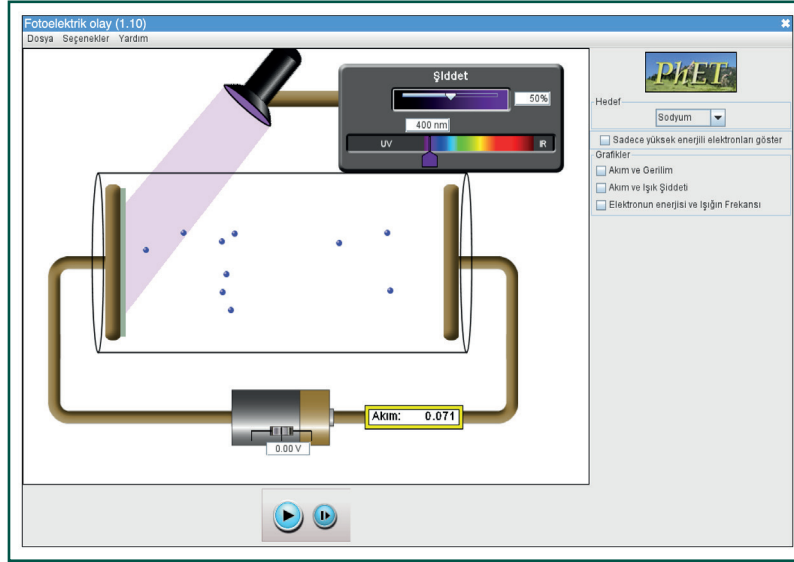
5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.2: Fotoelektrik olayını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	FOTOELEKTRİK	🕒 20 dk.
Amacı	Simülasyondan faydalanarak fotoelektrik olaya etki eden değişkenleri gözlemleyip yorumlayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Bu etkinlikte Colorado Üniversitesi tarafından yayımlanan ve Türkçe'ye tercüme edilen "Fotoelektrik Olay" isimli simülasyon kullanılacaktır. Simülasyonu <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=tr> ağ adresinden açınız. Simülasyon üzerinde hedefteki metal, ışık şiddeti ve dalga boyu değerlerini değiştirerek ampermetrede oluşan akım şiddetini ve metalden koparılan elektronların sayısını gözlemleyiniz.



Görsel 1: Yönergede verilen ağ adresinin görüntüsü

2. Yönerge

Aşağıda verilen soruları simülasyondan elde ettiğiniz verilere göre cevaplayınız.

- Hedefteki metal ve ışığın dalga boyu değerini sabit tutarak ışık şiddetini değiştirdiğinizde oluşan akım şiddetinin değişimini açıklayınız.
- Hedefteki metal ve ışık şiddeti değerini sabit tutarak ışığın dalga boyunu değiştirdiğinizde oluşan akım şiddetinin değişimini açıklayınız.
- Işığın dalga boyunu ve şiddetini sabit tutarak hedefteki metalleri değiştirdiğinizde oluşan akım şiddetlerini gözlemleyiniz. Aynı dalga boylu ve eşit şiddette ışığın farklı metallerle gönderildiğinde bazı metallerden elektron sökmemesinin ve farklı metallerden sökülen elektronun oluşturduğu akım şiddetlerinin farklı olmasının sebebi nedir? Açıklayınız.
- Fotoelektrik akımını arttırmak için neler yapılabileceğini yazarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.3: Farklı metaller için maksimum kinetik enerji-frekans grafiğini çizer.

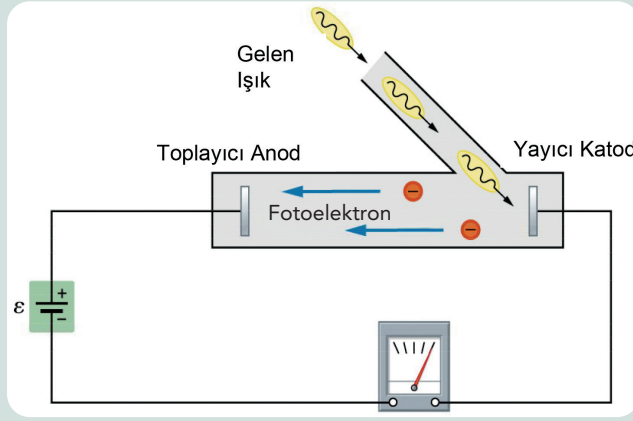
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	ENERJİ GRAFİĞİM	🕒 20 dk.
Amacı	Farklı metaller için maksimum kinetik enerji-frekans grafiğini çizerek yorumlayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metninden hareketle soruları cevaplayınız.

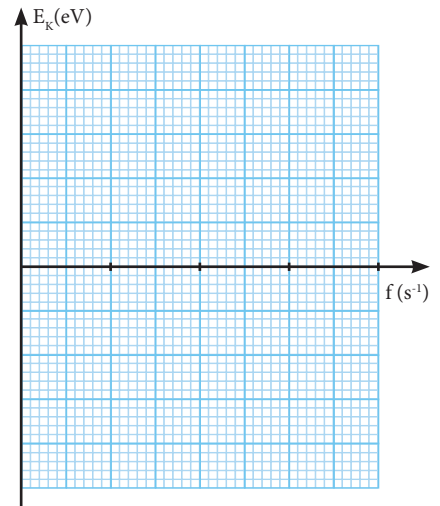
Her yıl TÜBİTAK'ın düzenlemiş olduğu "2204-A Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması-na" katılan bir grup lise öğrencisi okullarının fizik laboratuvarında gerekli güvenlik kurallarına uyarak proje danışman öğretmenleri ile birlikte fotoelektrik olayı deneyini yapıyorlar. Hazırladıkları proje için sodyum, çinko ve bakır metallerinin eşik enerjileri ve eşik frekans değerlerini kullanarak aşağıdaki şekilde şematik çizimi verilen devreyi oluşturup deneyi gerçekleştiriyorlar. Deneyden önce belirledikleri frekanstaki ve belli dalga boyundaki ışık kaynağının yaymış olduğu fotonlardan yararlanarak bu metallerden elektron koparmayı ve bu elektronların maksimum kinetik enerjileri ile kullandıkları fotonların frekanslarına bağlı değişimden yararlanarak grafik çizmeyi amaçlıyorlar. Aynı deneyi kurşun, demir ve platin metallerini kullanarak tekrarlıyorlar. İki deneyde de çıkan sonuçları ve çizdikleri grafikleri karşılaştırarak elde ettikleri sonuçları, projelerinde kullanmak için rapor şeklinde yazıyorlar.



- ① Sodyum, çinko ve bakır metallerinin eşik enerjileri ve eşik frekansları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'deki verilerden yararlanarak bu metallere ait, kopan fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin gelen fotonların frekansına bağlı değişim grafiğini çiziniz.

Tablo 1

Metaller	Eşik enerjisi (eV)	Eşik frekansı (s^{-1})
Sodyum (Na)	2,46	$0,65 \times 10^{15}$
Çinko (Zn)	4,31	$1,04 \times 10^{15}$
Bakır (Cu)	4,70	$1,134 \times 10^{15}$





- 2 Çizdiğiniz grafikten elde ettiğiniz şekli yorumlayınız. Çizilen grafiklerin eğilimlerden yararlanarak nasıl bir büyüklük hesaplanır? Bu büyüklüğü tüm şekil için genelleyerek yorumlayınız.

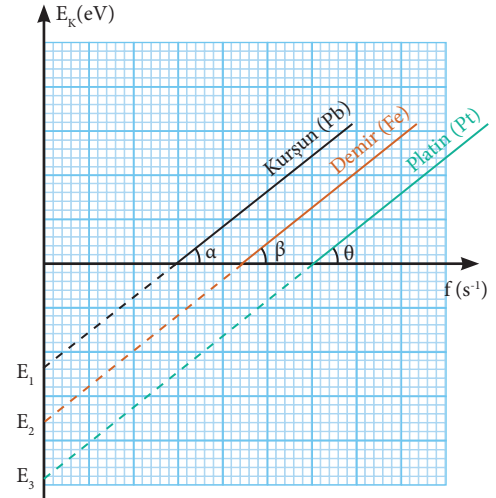
- 3 Tablo 1'deki metallere $2\,000\text{ Å}$ dalga boyuna sahip fotonlardan oluşan bir ışın demeti gönderilirse her bir metal için fotoelektronların sahip olabileceği maksimum kinetik enerjiyi hesaplayınız. ($h \cdot c = 12\,400\text{ eV} \cdot \text{Å}$)

- 4 Öğrenciler kurşun, demir ve platin metallerini kullanarak deneyi tekrarlayıp yandaki grafiği çiziyorlar. Yandaki grafikte metallere ait, fotoelektronların kinetik enerjilerinin gelen fotonların frekansına bağlı değişim grafiği verilmiştir. Buna göre:

a) Kurşun, demir ve platin metallerinin bağlanma enerji büyüklük sıralamasını yapınız.

b) Metallerin eşik dalga boyu λ arasındaki büyüklük sıralamasını yapınız.

c) Grafikteki α , β ve θ açıları arasındaki büyüklük sıralaması nedir?



5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.3: Farklı metaller için maksimum kinetik enerji-frekans grafiğini çizer.

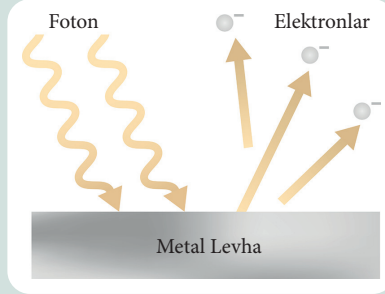
Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	ENERJİ-FREKANS GRAFİĞİM	🕒 20 dk.
Amacı	Fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin gelen fotonların frekansına bağlı değişim grafiğini çizebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki metni okuyup soruları cevaplayınız.

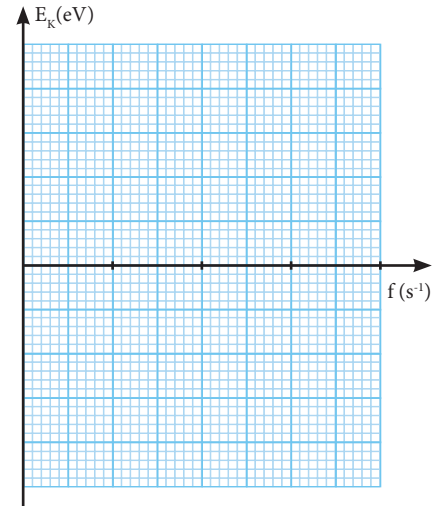
Bir bilim insanı fotoelektrik deneyinde sodyum, demir, çinko, bakır ve altın metalleri üzerine belli frekans değerine sahip fotonlar gönderiyor. Deneyde karşılaşılan sorun, kullanabilecek ışık kaynağının sadece tek bir frekansta foton yollayabilmesidir. Bilim insanı yaptığı fotoelektrik deneyinde kullandığı belirli bir eşik frekansına sahip bu fotonların metallerden elektron koparıp koparamayacağını veya hangi metalden elektron koparacağını merak etmektedir. Deney esnasında metallerden kopan fotoelektronların kinetik enerjilerini arttırabilmek için ışığın şiddeti, frekansı ve dalga boyu gibi değişken değerler kullanıyor. Deneyde kullandığı ışık kaynağı ile metallere $f = 1,2 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ frekanslı fotonlar gönderiyor ve Tablo 1'deki tüm metalleri tek tek kullanarak deneyi birden fazla sayıda tekrarlıyor. Deney sonunda elde ettiği verilerle fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri ile gelen fotonların frekansı arasındaki ilişkiyi bir grafikte anlamlandırmaya çalışıyor.



Tablo 1

Metaller	Eşik enerjisi (eV)	Eşik frekansı (s^{-1})
Sodyum (Na)	2,46	$0,65 \times 10^{15}$
Demir (Fe)	4,14	$1,004 \times 10^{15}$
Çinko (Zn)	4,31	$1,04 \times 10^{15}$
Bakır (Cu)	4,70	$1,134 \times 10^{15}$
Altın (Au)	5,1	$1,23 \times 10^{15}$

- 1 Tablo 1'deki verilerden yararlanarak metallere ait, fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin gelen fotonların frekansına bağlı değişim grafiğini çiziniz.





- 2) Tablo 1'de verilen her metalin çizdiğiniz grafikte yer alamamasının sebebini açıklayınız.

- 3) Tablo 1'de yer alan tüm metallerin kopan elektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerjinin fotonun frekansına bağlı değişim grafiğinde yer alabilmesi için bilim insanı nasıl bir çözüm bulmuş olabilir?

- 4) Bir metal üzerinden kopan elektronların maksimum kinetik enerjileri nasıl arttırılabilir?



5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.3.4: Fotoelektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerji, durdurma gerilimi ve metalin eşik enerjisi arasındaki matematiksel ilişkiyi açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisi

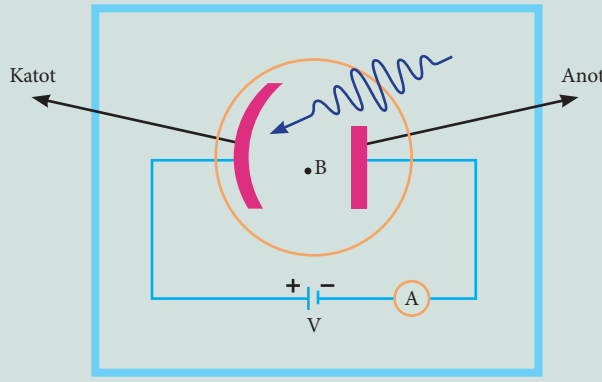
Etkinlik İsmi	FOTOELEKTRON ENERJİSİ	🕒 25 dk.
Amacı	Fotoelektrik devresine ters bağlı üreticin fotoelektron kinetik enerjisine etkisini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

Fotoelektrik devresine ters bağlanan güç kaynağının oluşturduğu gerilim, ters bir elektrik alan oluşturacağı için katotdan anota doğru maksimum hızla ilerleyen fotoelektronların yavaşlamasına neden olur. Ters yöndeki gerilim arttıkça anota ulaşabilen fotoelektronlar azalacağı için fotoelektrik akımı da azalır. Fotoelektronların durduğu yani fotoelektrik akımın sıfır olduğu andaki potansiyel farka durdurma gerilimi (V_d) denir.

Görselde güç kaynağının ters bağlandığı fotoelektrik devresi ve fotoelektronların durduğu yer olan B noktası şematik olarak gösterilmiştir.



- ① Anota ulaşabilen fotoelektronların kinetik enerjisini, iş enerji teoreminden yararlanarak bulunuz.

- ② B noktasındaki fotoelektronların maksimum kinetik enerjisini, iş enerji teoremini kullanarak bulunuz.

- ③ Einstein'ın fotoelektrik denkleminde yararlanarak durdurma gerilimini bulunuz.



5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.3.4: Fotoelektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerji, durdurma gerilimi ve metalin eşik enerjisi arasındaki matematiksel ilişkiyi açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkisi Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	FOTOELEKTRİK HAREKETİ	🕒 25 dk.
Amacı	Fotoelektrik devresinde fotoelektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerji, durdurma gerilimi ve metalin eşik enerjisi parametrelerinin bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

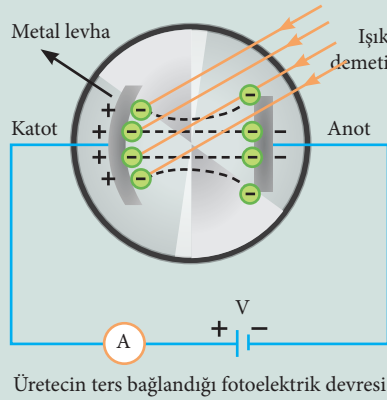
Aşağıdaki metin ve görselden hareketle soruları cevaplayınız.

Fotoelektrik devreye ters bağlı üretecin oluşturduğu durdurma gerilimi, fotoelektronların kinetik enerjisiyle orantılıdır. Maksimum kinetik enerjisi E_{kmax} olan bir fotoelektronun durdurma gerilimi (V_D) ile arasındaki ilişki,

$$e \cdot V_D = E_{kmax} = \frac{1}{2} m \cdot v_{max}^2 \text{ şeklindedir.}$$

Bu eşitlik Einstein'ın fotoelektrik denkleminde yazılırsa

$E_{kmax} = E - E_e = e \cdot V_D$ denklemi elde edilir. Üretecin ters bağlandığı fotoelektrik devresi görselde verilmiştir.



1) Aşağıdaki tabloda belirtilen değişikliklere göre tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Yapılan Değişiklikler	Durdurma Gerilimi (V_D) Değişmez / Artar / Azalır
Işığın frekansı artırılırsa	
Işığın dalga boyu artırılırsa	
Eşik enerjisi daha büyük metal levha kullanılırsa	
Işık şiddeti artırılırsa	
Işık metalin yüzeyine dik olarak düşürülürse	
Fotoelektronların kinetik enerjisi azaltılırsa	
Işığın momentumu artırılırsa	

2) Aşağıdaki tabloda belirtilen değişikliklere göre tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Yapılan Değişiklikler	Fotoelektronların Maksimum Kinetik Enerjisi Değişmez / Artar / Azalır
Işık akısı azaltılırsa	
Işığın enerjisi artırılırsa	
Eşik enerjisi daha küçük metal levha kullanılırsa	
Metal levhanın yüzey alanı artırılırsa	
Üretecin kutupları ters çevrilirse	
Işık şiddeti artırılırsa	





5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.5: Fotoelektrik olayın günlük hayattaki uygulamalarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	FOTOELEKTRİK UYGULAMALARI	🕒 10 dk.
Amacı	Fotoelektrik olayın günlük hayattaki uygulamalarını olumlu ya da olumsuz yanlarını örneklendirebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencilerden “Fotoelektrik olayın günlük hayattaki uygulamaları” ile ilgili araştırma yapımlarını isteyiniz.

Yönerge

Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Fotoelektrik olay insan sağlığının korunması ile ilgili hangi alanlarda kullanılır? Örnekler vererek açıklayınız.

- ② Fotoelektrik olayın aydınlatma, görüntüleme veya güvenlik sistemlerinde yardımcı teknoloji olarak kullanıldığı uygulamalar nelerdir? Örnekler vererek açıklayınız.

- ③ Fotoelektrik olayın enerji sistemlerinde kullanıldığı yerler nelerdir? Örnekler vererek açıklayınız.

- ④ Fotoelektrik olayın insan sağlığına olumsuz etkilerine bir örnek veriniz. Örnek verdiğiniz olayın olumsuz etkilerinden korunmak için neler yapılabilir? Açıklayınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.3.5: Fotoelektrik olayın günlük hayattaki uygulamalarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	FOTOLEKTRİK HAYAT	🕒 10 dk.
Amacı	Fotoelektrik olayın günlük hayattaki olumsuz etkilerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Bu etkinlik fotoelektrik konusundan sonra verilmelidir.

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

ALİ BEY VE KISA BİR GÜN

Bir şirkette denetçi olarak görev yapmakta olan Ali Bey, şirkete ait alt kuruluşları denetlemek amacıyla sık sık şehir dışına çıkmaktadır. Yine böyle bir görev sebebiyle gittiği şehirde konakladığı bir otel odasında sabah erkenden uyanmıştır. Elini yüzünü yıkamak için girdiği banyodaki musluğun açma kapama kolunun olmadığını, elini musluğa doğru uzattığında suyun kendiliğinden aktığını fark etmiştir. Bir süre sonra otelin yemekhanesine gidip kahvaltısını yapmak amacıyla odasından ayrılan Ali Bey, odasının bulunduğu katın uzun koridordaki lambaların ışık vermediğini görmüştür. Ancak koridorda yürümeye başlayınca yürüdüğü yere en yakın lambanın kendiliğinden ışık verdiğini fark etmiştir. Kahvaltısını bitirdikten sonra otelin fazla ışık almayan lobisinde kahvesini yudumlayan Ali Bey, saatine baktığında işine geç kalabileceğini düşünmüş ve hızlıca kalkıp otelin çıkışına doğru yönelmiştir. Otelin kapısına yaklaşıncı kapı kendiliğinden açılmış ve birden bire otelin loş ortamından çıkan Ali Bey, dışarıdaki Güneş’li havadan rahatsız olup gözlerini hızlıca kapatmak durumunda kalmıştır. Ceketinin cebinden çıkardığı Güneş gözlüğünü takmış ancak gözlerinde oluşan acı hissinin yine de geçmediğini fark etmiştir. Kızının marketten aldığı ve ona doğum gününde hediye ettiği gözlüğü taktığını anlaması ise fazla uzun sürmemiştir.

- ① Metinde fotoelektrik olayın günlük hayatta kullanımı ve etkileri konusunda hangi olaylara yer verilmiştir? Açıklayınız.

- ② Fotoelektrik olayın olumsuz etkileri konusunda metinden çıkarılabilecek olay nedir? Açıklayınız.

- ③ Ali Bey, fotoelektrik olayın olumsuz etkilerinden korunmak için ne yapabilirdi? Açıklayınız.



5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.6: Fotoelektrik olayla ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ÜÇ KAPI ÜÇ RENK	🕒 15 dk.
Amacı	Fotoelektrik olay ile ilgili denklemleri kullanarak hesaplamalar yapabilmek.	👤 Bireysel

1. Yönerge Aşağıda verilen metin ve şekilden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Aşağıdaki şekilde her kapının üzerinde fotoselli bir kapı numarası bulunmaktadır. Kapı numaraları, çözmeniz gereken soruların numaralarının eşleşmesinden oluşmaktadır.



Yukarıda verilen kapıları açmak için fotoselli kapı numaralarına tutmanız gereken ışığın hangi dalga boyunda veya hangi frekansta olduğunu bilmeniz gerekmektedir. Çünkü farklı dalga boyuna veya frekansa sahip bir ışık tuttuğunuzda kapı açılmayacaktır. Üstelik bu ışıkları numaralı fotosellere sadece birer defa tutma şansınız bulunmaktadır. Kapıları açmak için kapı numaraları ile eşleştirilmiş soruları çözerek fotosele tutmanız gereken ışıkların dalga boyunu veya frekansını hesaplamanız istenmektedir. Elde ettiğiniz sonuçları, Tablo 1'de verilen görünür ışığın dalga boyları ve frekansları ile karşılaştırıp hangi kapıya hangi renkteki ışıkları tutmanız gerektiğini bulabilirsiniz.

Tablo 1: Renklerin dalga boyu ve frekans aralıkları

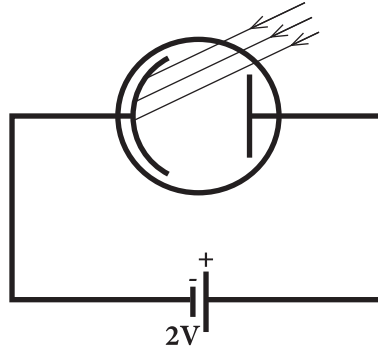
RENK	DALGA BOYU ARALIĞI (Å)	FREKANS ARALIĞI (Hz)
KIRMIZI	6200-7600	$4,3 \cdot 10^{14} - 4,8 \cdot 10^{14}$
TURUNCU	5850-6200	$4,8 \cdot 10^{14} - 5,1 \cdot 10^{14}$
SARI	5750-5850	$5,1 \cdot 10^{14} - 5,4 \cdot 10^{14}$
YEŞİL	5100-5750	$5,4 \cdot 10^{14} - 6,1 \cdot 10^{14}$
MAVİ	4800-5100	$6,1 \cdot 10^{14} - 6,7 \cdot 10^{14}$
MOR	3800-4800	$6,7 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$



- ① Bir fotoelektrik olayda bağlanma enerjisi 1,28 eV olan fotoselden kopan elektronların maksimum kinetik enerjisi 0,72 eV olduğuna göre fotosele gönderilen ışığın dalga boyu nedir? Hesaplayınız. ($h \cdot c = 12\,400 \text{ eV} \cdot \text{\AA}$)

- ② Eşik enerjisi 2 eV olan bir metale f frekanslı bir ışık demeti düşürüldüğünde fotoelektronların kinetik enerjisi 0,4 eV olduğuna göre gönderilen ışık demetinin frekansı nedir? Hesaplayınız. ($1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ve $h = 6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ alınız)

- ③ Aşağıdaki şekilde fotosel yüzeyin bağlanma enerjisi 3 eV ve yüzeyden kopan elektronların maksimum kinetik enerjisi 1,21 eV olarak verilmiştir.



Buna göre yüzeye gönderilen ışık demetinin enerjisi ve dalga boyu nedir? ($h \cdot c = 12\,400 \text{ eV} \cdot \text{\AA}$)

2. Yönerge

1. Yönerge'de cevaplarda bulduğunuz renklerdeki ışıklar yerine elinizde sadece cyan, magenta ve sarı renkte ışık veren lambalar olsaydı bu renklerdeki lambalar ile hangi kapıları açabileceğinizi açıklayınız.



5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.3.6: Fotoelektrik olayla ilgili hesaplamalar yapar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	SEK SEK OYUNU	🕒 20 dk.
Amacı	Fotoelektrik olay ile ilgili hesaplamalar yapabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge Aşağıda bir parkurun geçilmesi için belirlenmiş kurallar verilmiştir. Kurallardan yararlanarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız. Parkuru hatasız bir biçimde tamamlayarak parkura gizlenen anahtar sözcüğü bulunuz.

Arkadaşlarıyla sek sek oyunu oynayan bir öğrenciden aşağıdaki parkuru önceden belirlenmiş bazı kuralara göre geçmesi beklenmektedir.

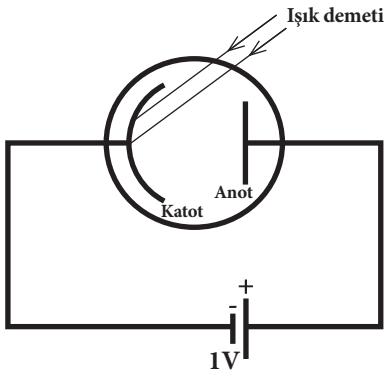
F	Y	E	O	T	Z	S	T	E	D	O	F	K	A	S	E	D	F	H	P	L
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

KURALLAR:

- Soldan sağa doğru ilerlenen parkurun bazı alanlarına tek bazı alanlarına çift ayakla basılmalıdır.
- Aşağıda verilen ve fotoelektrik olay ile ilgili hesaplamalar içeren yedi soru sırasıyla cevaplanarak çift ayakla basılması gereken alanlar belirlenmelidir.
- Her seferinde bulunulan alandan itibaren sayılmaya başlanmalı ve soruların çözümlerinde elde edilen sonuçtaki sayı kadar önce tek ayakla ilerlenip son alana çift ayakla basılmalıdır.
- Parkur tamamlandıktan sonra çift ayakla basılan alanlardaki harfler sırayla yazıldığında, parkura gizlenen anahtar sözcük ortaya çıkmalıdır.
- Böyle bir sözcük oluşmadıysa parkurun başına dönmeli ve tüm işlemler en baştan tekrar edilerek hatasız bir şekilde parkur sonuna ulaşılmaya çalışılmalıdır.

- ① Bir fotoelektrik olayında metal levhaya düşürülen ışığın dalga boyu 6200 Å 'dur. Metalin eşik enerjisi 1 eV ise elektronlara uygulanan kesme potansiyel farkı kaç voltur? Hesaplayınız. ($h \cdot c = 12400 \text{ eV} \cdot \text{Å}$)

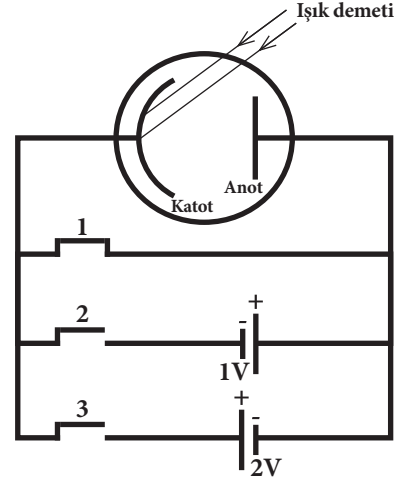
- ② Şekildeki gibi potansiyel farkı 1 V olan üretece bağlanmış fotoselde kullanılan metalin eşik enerjisi 2 eV 'tur. Metal yüzeye 4 eV 'luk ışık demeti gönderildiğinde metalden kopan elektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV 'tur? Hesaplayınız.





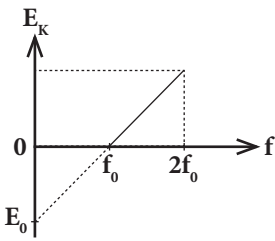
- 3) Bir fotoelektrik olayda bakır yüzeye düşürülen ışınların dalga boyu 2480 Å 'dur. Elektronların maksimum kinetik enerjisi 1 eV olduğuna göre bakır yüzeyin eşik enerjisi kaç eV 'dur? Hesaplayınız. ($h \cdot c = 12400 \text{ eV} \cdot \text{Å}$)

- 4) Fotoelektrik olayın incelenmesi amacıyla oluşturulan yandaki şekilde verilen sistemde f frekansına sahip ışık demeti, eşik enerjisi 1 eV olan katot yüzeye gönderildiğinde sadece 1 numaralı anahtar kapalı iken yüzeyden kopan elektronların kinetik enerjisi 2 eV 'tur. Sadece 2 numaralı anahtar kapatıldığında yüzeyden kopan elektronların kinetik enerjisi ile sadece 3 numaralı anahtar kapalı iken yüzeyden kopan elektronların kinetik enerjisi toplamı nedir? Hesaplayınız.



- 5) Bir fotoelektrik olayda yüzeyden sökülen elektronları durduran potansiyel fark 4 V olduğuna göre elektronların maksimum kinetik enerjisi nedir? Hesaplayınız.

- 6) Şekildeki grafik, bir fotoelektrik olayda fotoelektronların kinetik enerjisinin frekansla değişim grafiğini göstermektedir. Grafiğe göre yüzeyden kopan elektronların kinetik enerjisi kaç E_0 'dır? Hesaplayınız.



- 7) Bir fotoelektrik olayda katot levha üzerine f frekanslı ışık demeti düşürüldüğünde kopan elektronların kinetik enerjisi $2E$, $2f$ frekanslı ışık demeti gönderildiğinde $5E$ olmaktadır. Aynı metal yüzeye $3f$ frekanslı ışık demeti düşürülürse kopan elektronların kinetik enerjisi kaç E olur? Hesaplayınız.



5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.4.1: Compton olayında foton ve elektron olayını açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

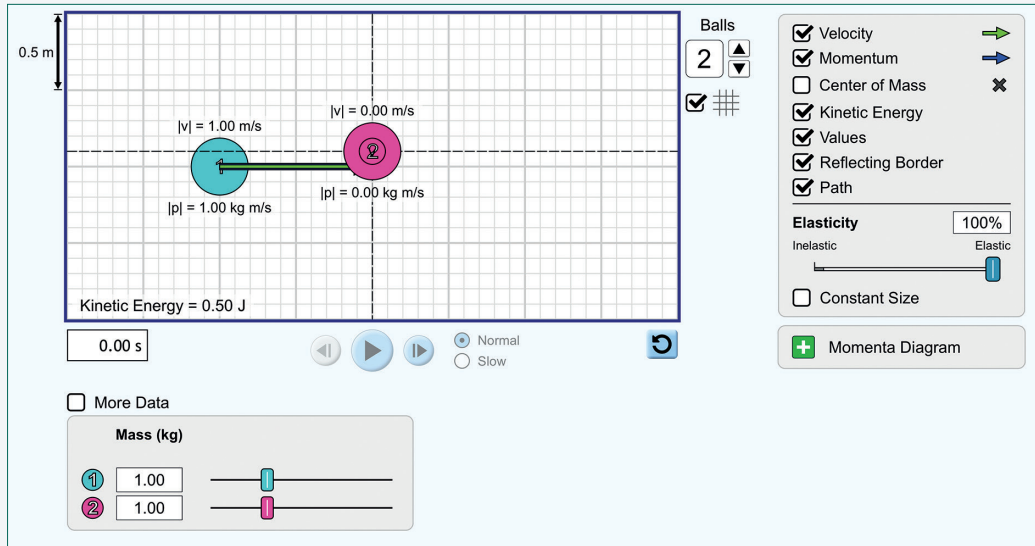
Etkinlik İsmi	COMPTON SAÇILMASI	🕒 20 dk.
Amacı	Compton saçılmasında fotonun ve elektronun durumu ile değişkenleri ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge **“Collision Lab” isimli simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız. Gözlemlerinizden hareketle aşağıdaki soruyu cevaplayınız.**

Aşağıda bağlantısı verilen simülasyonu açınız.

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html

- Açılan simülasyon ekranından “Explore 2D” bölümü ile cisimlerin esnek çarpıştırılmasını seçiniz.
- Ekranın alt kısmındaki “Mass (kg)” alanından top kütlelerini 1 kg olarak ayarlayınız.
- Ekranın sağ tarafındaki kutucuklardan gerekli olanları Şekil 1’deki gibi işaretleyiniz.
- 1. topun hızını 1 m/s, 2. topun hızını 0 m/s yapınız ve topları çarpıştırma alanına Şekil 1’deki gibi konumlandırınız.
- Topların kinetik enerjilerini sırasıyla çarpışma öncesi E_1 ve E_2 , çarpışma sonrası E_1' ve E_2' olarak adlandırdığımızda $E_{\text{ilk}} = E_1 + E_2$ ve $E_{\text{son}} = E_1' + E_2'$ olacağını göz önünde bulundurunuz.
- Başlatma (▶) tuşuna basınız ve çarpıştırma alanının sol alt kısmından yer alan “Kinetik Energy” bölümünden sistemin toplam kinetik enerjisini gözlemleyerek not ediniz.

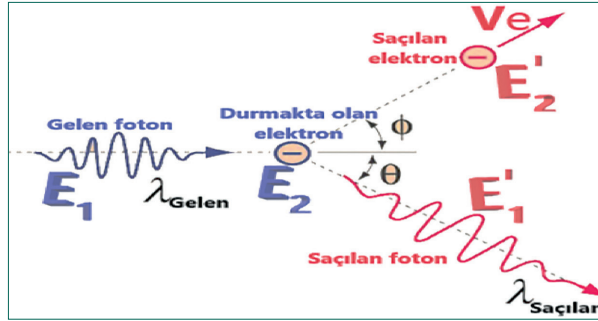


Şekil 1

- ① Çarpışmadan önceki toplam kinetik enerji ile çarpışmadan sonraki toplam kinetik enerji değerleri arasındaki büyüklük ilişkisi nasıldır? Sebebinı açıklayınız.

2. Yönerge

Simülasyondaki 1. topun yerine foton, 2. topun yerine de elektron konularak Şekil II'deki gibi esnek çarpışma düzeneği hazırlansaydı oluşacak Eilk ve Eson enerji durumlarını dikkate alarak aşağıdaki soruları cevaplandırınız.



Şekil II

- ① Gelen fotonun dalga boyu λ_G ve enerjisi E_1 , saçılan fotonun dalga boyu λ_s ve enerjisi E_1' ise enerji ile dalga boyu arasındaki bağıntı nasıl ifade edilebilir?

- ② Saçılan fotonun enerjisinin gelen fotonun enerjisinden küçük olmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

- ③ Gelen fotonun dalga boyu ile saçılan fotonun dalga boyu arasında nasıl bir büyüklük ilişkisi vardır? Sebebini açıklayınız.

- ④ Saçılan elektronun kinetik enerjisinin çizgisel momentuma bağlı ifadesi nedir? Bulunuz.



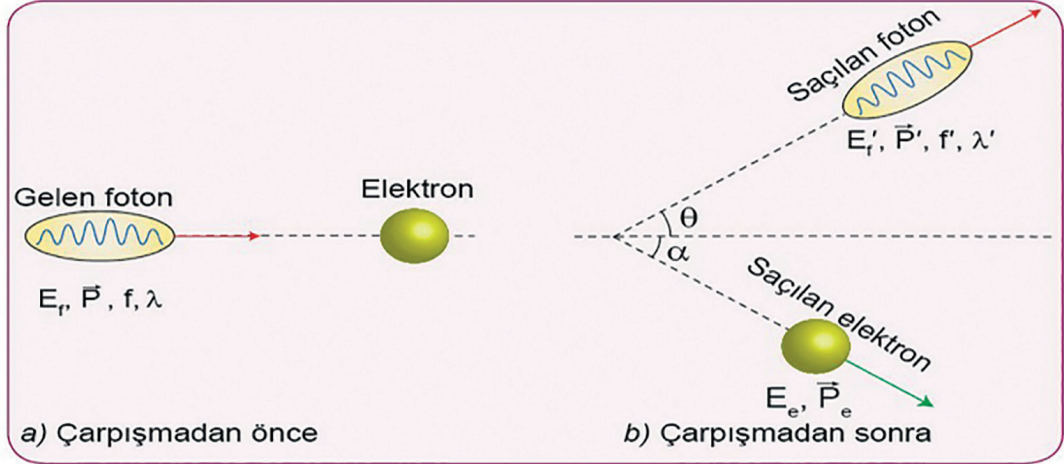
5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.4.1: Compton olayında foton ve elektron olayını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	IŞIĞIN GÜCÜ	⌚ 20 dk.
Amacı	Compton saçılmasında foton ve elektronun durumu ile değişkenleri ilişkilendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen görselde X-ışını fotonunun elektron ile esnek çarpışma yapması sonucu oluşan saçılmanın modeli verilmiştir. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.



- 1) Gelen foton ile saçılan fotonun enerjileri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir? Sebebini açıklayınız.
- 2) Gelen fotonun frekansı ve dalga boyu çarpışma sonrası nasıl değişir? Sebebini açıklayınız.
- 3) Gelen fotonun yayılma hızı ile saçılan fotonun yayılma hızı arasında nasıl bir ilişki vardır? Sebebini açıklayınız.
- 4) Gelen fotonun dalga boyu λ , saçılan fotonun dalga boyu 3λ olduğunda, gelen fotonun enerjisinin saçılan elektronun kinetik enerjisine oranı nedir? Hesaplayınız.
- 5) Compton saçılması deneyinde Θ açısının artması; saçılan fotonun enerjisinde, frekansında ve dalga boyunda hangi değişiklik oluşturur? Sebebini açıklayınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.4.2: Compton ve fotoelektrik olaylarının benzer yönlerini belirterek ışığın tanecik doğası hakkında çıkarım yapar

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SEN BİR TANECİKSİN	🕒 20 dk.
Amacı	Işığın tanecik doğasıyla ilgili çıkarımda bulunabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Fotoelektrik ve Compton olayları ile ilgili bilimsel kaynaklardan araştırma yapınız ve aşağıda soruları cevaplayınız.

- ① Fotoelektrik olayda enerjisi yetersiz bir ışık demetinin metal bir yüzeyden elektron koparabilmesi için şiddetinin arttırılması yeterli midir? Açıklayınız.

- ② Fotoelektrik olayda enerjisi yetersiz bir ışık demeti ile metal bir yüzeyden elektron koparabilmek için ışığın hangi özelliği arttırılmalıdır? Açıklayınız.

- ③ Compton olayında momentum korunumu ışığın dalga doğası ile açıklanabilir mi? Bu olayda ışık nasıl davranmıştır?

- ④ Fotoelektrik ve Compton olaylarının benzer yönleri nedir? Açıklayınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.4.2: Compton ve fotoelektrik olaylarının benzer yönlerini belirterek ışığın tanecik doğası hakkında çıkarım yapar

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	IŞIĞIN DİĞER YÜZÜ	🕒 20 dk.
Amacı	Compton ve fotoelektrik olaylarından yararlanarak ışığın tanecik doğası ile ilgili çıkarımda bulunabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

IŞIKTA Kİ KLASİK FİZİK ÇIKMAZLARI

Klasik fiziğe göre, fotoelektrik olay esnasında metal yüzeyden elektron koparamayan fotonun, şiddeti arttırıldığında elektronu koparması gerekir. Aynı şekilde, kopan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri, ışığın şiddeti ile doğru orantılı bir şekilde artmalıdır. Elektronların metal yüzeyden kopması için gereken enerjiyi kazanması, gelen fotonun soğurulması ile gerçekleşir ve bunun için saniyeler mertebesinde bir zamana ihtiyaç vardır.

Klasik fiziğe göre Compton olayında da benzer bir yaklaşım gösterilir. Yüklü parçacıklar elektromanyetik bir ışıma maruz kaldıkları zaman gelen ışığın dalga boyunda bir değişim olmamalıdır.

- ① Klasik fizikte öngörüldüğü şekilde, fotoelektrik ve Compton olaylarının ışığın dalga doğası ile açıklanamayan yanları nelerdir? Açıklayınız.

- ② Fotoelektrik ve Compton olaylarını açıklamak için ışığın dalga doğası yetersiz kaldığına göre bu iki olay nasıl izah edilmiştir? Açıklayınız.




5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.4.3: Işığın ikili doğasını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	IŞIK DALGA MI YOKSA TANECİK Mİ?	🕒 25 dk.
Amacı	Işığın tanecik ve dalga yapısını çeşitli örneklerle açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak ve soruları cevaplayınız.

17. yüzyılda Isaac Newton (Ayzek Nivtın), ışığın yansıması ve kırılması olayını ışığın çok yüksek hızla hareket eden tanecikli bir yapıya sahip olduğu fikrini öne sürerek açıklamıştır. Bu konuda araştırmalar yapan Christian Huygens (Kıristiyan Huygıns) ise ışığın dalga karakterine sahip olduğunu kanıtlamış, akabinde Thomas Young (Tamıs Yang) tarafından yapılan girişim ve kırınım deneylerinden sonra da bilim çevrelerince ışığın dalga karakterine sahip olduğu fikri kabul görmüştür. 20. yüzyılın başlarında ise Einstein ışığın foton adı verilen enerji paketçiklerinden oluştuğu tezini ortaya atmış ve fotoelektrik olay teorisi ile bunu kanıtlamıştır. Bu deneyler sonucunda ışığın hem dalga hem de tanecik özelliğine sahip olduğu kabul edilmiştir.

- ① Çift yarıktaki girişim olayında ışık tanecik gibi davransaydı perde üzerinde nasıl bir desen oluşurdu? Açıklayınız.

- ② Hava ortamından su ortamına giren ışık ışınlarının ayrı ayrı tanecik ve dalga özelliği göstermesi durumundaki geçişlerini açıklayınız ve şeklini çizin.

- ③ Fotoelektrik olayın ışığın dalga özelliğiyle açıklanamamasının sebebi nedir?

- ④ Işığın tanecik özelliğiyle açıklanan fotoelektrik olay ve Compton olayı arasındaki temel fark nedir? Açıklayınız.




5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.4.3: Işığın ikili doğasını açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	NESİN SEN?	🕒 15 dk.
Amacı	Işığın tanecik ve dalga yapısını çeşitli örneklerle açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak ve soruları cevaplayınız.

Işık, tanecik ve dalga olmak üzere çift karakterli özelliğe sahiptir. Işığın renklere ayrılması, girişimi, kırınımı, aynı anda hem kırılması hem de yansması ve birbirinin içinden bozulmadan geçebilmesi ışığın dalga özelliği ile; fotoelektrik olay, Compton olayı ve siyah cisim ışıması tanecik özelliği ile açıklanır. Işıkla ilgili diğer olaylar ise ışığın hem tanecik hem de dalga modeli ile açıklanabilir.

- ① Işıқта kırınım ve girişim olaylarının ışığın dalga özelliği ile açıklanabilme sebebi nedir? Açıklayınız.

- ② Siyah cisim ışımasının ışığın tanecik özelliği ile açıklanabilme sebebi nedir? Açıklayınız.

- ③ Fotoelektrik olayda elektrona çarpan foton elektron tarafından soğurulurken Compton olayında fotonun enerjisinin bir kısmının soğurulmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

- ④ Compton saçılmasının ışığın tanecik özelliği ile açıklanabilme sebebi nedir? Açıklayınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik

Kazanım 12.5.4.4: Madde ve dalga arasındaki ilişkiyi açıklar.

Genel Beceriler: --

Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	MADDESEL PARÇACIK	🕒 20 dk.
Amacı	Maddesel parçacıkların madde ve dalga özelliğini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Louis de Broglie, elektron gibi maddesel parçacıkların dalga özelliği gösterebileceğini varsayarak, hareket eden elektrona eşlik eden dalganın dalga boyunu ifade eden matematiksel bir model öngördü. Aşağıda verilen bilgilerden yararlanarak de Broglie bağıntısını elde ediniz.

1. Belirli frekanstaki dalgaların enerjisi:
 $E = h \cdot f$

2. Taneciklerin kütlelerinden dolayı sahip oldukları enerji:
 $E = m \cdot c^2$

1 ve 2 numaralı kutudaki denklemler eşitlendiğinde, m kütleli ve $\mathcal{V} = \lambda \cdot f$ büyüklüğünde hıza sahip bir parçacığa eşlik eden dalga boyu için nasıl bir matematiksel model yazılabilir?

2. Yönerge

Işığın maddesel parçacıklardan daha önce madde ve dalga özelliğinin deneysel olarak kanıtlanması na rağmen maddesel parçacıklar için bu özelliğin o zamana kadar gözlemlenememiş olmasının sebebinin ne olabileceğini belirtiniz.

3. Yönerge

De Broglie, ışık ışınından yararlanarak elektron gibi maddesel parçacıklara da $\lambda_e = h / p$ büyüklüğünde bir dalga eşlik edebileceğini öngörmüştü. Fakat fotonlar kütsüz parçacıklar olduğuna göre momentumlarının sıfır olması ve dolayısıyla dalga boyunun sonsuz olması gerekirdi.

Buna göre ışığın dalga boyunu momentum cinsinden veren ifadeyi aşağıda verilen basamakları takip ederek bulunuz.

- a) Işık hızına yakın hızlarda hareket eden parçacıklarda $P = m \cdot \mathcal{V}$ denklemi geçerli olmadığına göre Einstein'ın bu duruma ait enerji ve momentum ilişkisini belirten denklemini yazınız.

- b) a basamağında yazdığınız denklemi, ışığın enerjisini veren $E = h \cdot f$ denklemini kullanarak sadeleştiriniz.

- c) Bir dalganın hızı $\mathcal{V} = \lambda \cdot f$ olduğuna göre dalga boyunun momentuma bağlı son ifadesini yazınız.





5. ÜNİTE > Modern Fizik Kazanım 12.5.4.4: Madde ve dalga arasındaki ilişkiyi açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi

Etkinlik İsmi	MADDE DALGALARI	🕒 20 dk.
Amacı	Kütleli parçacıklar için Broglie bağıntısını açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Genel ağ bağlantılı cihazınızda “Elektron Kırınımı” isimli simülasyonu kullanabilmek için aşağıdaki basamakları uygulayınız.

- ▶ <https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/davissongermer> bağlantısından simülasyonu açınız.
- ▶ Ekranda karşınıza çıkan resmin üzerindeki “İNDİR” butonuna tıklayarak simülasyonu indiriniz. Java uygulamasını kullanarak simülasyonu başlatınız.
- ▶ Simülasyon ekranının sağındaki bölümden, deneyde kullanıldığı varsayılan katı maddenin atom yarıçapını ve atomlar arasındaki mesafeyi isteğinize göre belirleyiniz.
- ▶ Elektron tabancasından elektronların çıkma hızını da “Elektron Ateşleyici Kontrolleri” bölümünden isteğinize göre ayarlayınız.
- ▶ “Ateş” butonuna basarak tek seferlik ya da elektron tabancası üzerindeki butona basarak sürekli elektron gönderiniz.
- ▶ Elektron demetinin katı maddenin atomlarına çarptıktan sonra kırınım ve girişime uğramalarıyla meydana gelen dalgaların açık renkli bölgelerin tepe noktasını ve koyu renkli bölgelerin çukur noktalarını temsil ettiğini farz ediniz.

2. Yönerge

Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- ① Atomların yarıçapını ve aralarındaki mesafeyi değiştirmeden sadece elektron tabancasından çıkan elektronların hızını değiştirdiğinizde elektrona eşlik eden de Broglie dalga boyunun büyüklüğünde meydana gelen değişim hakkında ne söylenebilir?

- ② De Broglie dalgalarının bağlı olduğu faktörleri yazınız. Aynı dalga boyuna sahip parçacıklar için hangi fiziksel nicelik kesinlikle aynı olmalıdır?

- ③ Elektron kırınımı deneyinde kütlesi $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg olan elektron yerine kütlesi $m_p = 1,6 \times 10^{-27}$ kg olan proton, elektron ile aynı hızda göndermiş olsaydı protona eşlik eden de Broglie dalga boyunun büyüklüğü için ne söyleyebilirdiniz?

- ④ Elektron kırınımı deneyinde elektronlar, belirli frekanstaki foton enerjilerinin yarısına eşit bir kinetik enerjisiyle elektron tabancasından fırlatılmaktadır. Elektronlara eşlik eden dalga boyu ile fotonların dalga boyu eşit olduğuna göre de Broglie dalga boyunu veren bağıntı ne olmalıdır?





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.1.1: Görüntüleme cihazlarının çalışma prensiplerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Sınıflandırma Yapma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	CİHAZINIZIN AYARLARI İLE OYNAYINIZ	🕒 10 dk.
Amacı	Günlük hayatta kullanılan görüntüleme cihazlarının çalışma prensiplerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencilerden görüntüleme cihazlarının çalışma prensipleri hakkında araştırma yapmalarını isteyiniz.

Yönerge

Görüntüleme cihazlarının işlevleri, çalışma ilkeleri ve kullanıldıkları sektörler hakkında yaptığınız araştırmalardan edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak soruları cevaplayınız.

- 1 Aşağıda verilen tabloda günlük hayatta kullanılan bazı görüntüleme cihazlarının işlevleri, çalışma ilkeleri ve kullanıldıkları sektörlerle ait örnekler yer almaktadır. Tablonun boş bırakılan kısımlarını uygun şekilde doldurunuz.

CİHAZ	İŞLEVİ	ÇALIŞMA İLKESİ	KULLANILDIĞI SEKTÖR
RÖNTGEN	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	X-IŞINLARININ YANSIMASI	SAĞLIK, GÜVENLİK
MR			SAĞLIK
PET		BOZUNMA VE IŞIMA	
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ		X-IŞINLARININ YANSIMASI	
ULTRASON	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA		
RADARLAR VE SONAR CİHAZLAR	GÖRÜNTÜLEME		
TERMAL KAMERALAR			SAVUNMA

- 2 Tabloda verilen görüntüleme cihazlarını hangi özelliklere göre gruplandırabilirsiniz? Gerekçesiyle yazınız.

- 3 Sizce görüntüleme cihazlarının en önemli kullanım alanı nedir? Düşüncenizi sebebiyle açıklayınız.



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.1.1: Görüntüleme cihazlarının çalışma prensiplerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİLERİ	🕒 20 dk.
Amacı	Görüntüleme cihazlarının çalışma prensiplerini ve kullanım alanlarını öğrenebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

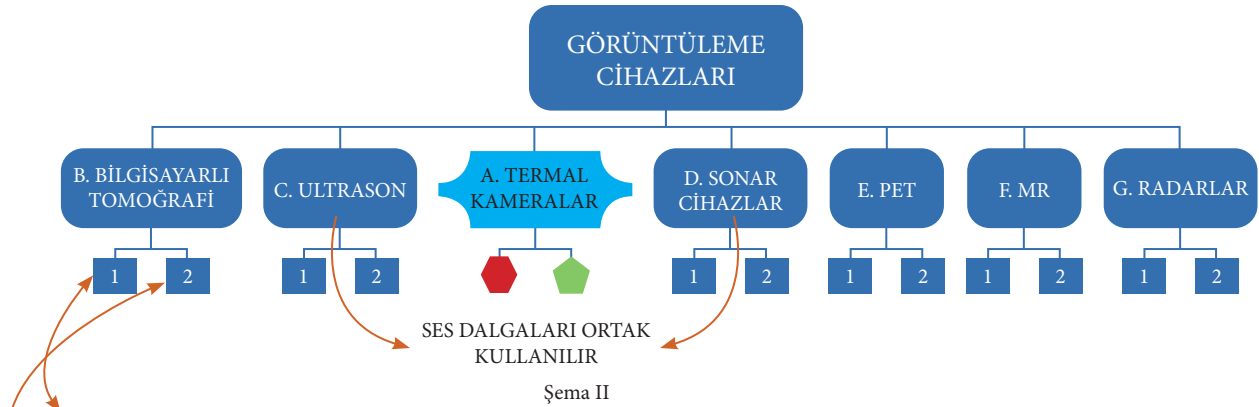
Günlük hayatta kullanılan termal kameraların çalışma prensiplerine ve kullanım alanlarına ilişkin bazı bilgilerin yer aldığı Şema I'i inceleyiniz.



Şema I

2. Yönerge

Şema II'de verilen cihazların çalışma prensipleri ve kullanım alanları hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgileri II. Şema'nın altındaki numaralandırılmış alanlarla ilgili boşluklara I. Şema'daki formata uygun olarak yazınız.



B.1: _____

B.2: _____

C.1: _____

C.2: _____

D.1: _____



D.2: _____

E.1: _____

E.2: _____

F.1: _____

F.2: _____

G.1: _____

G.2: _____

3. Yönerge

II. Şema'da ok işaretleri ve kutucuk yardımıyla da gösterildiği gibi ses dalgaları hem ultrason hem de sonar cihazlarında kullanılmaktadır. Sizce diğer görüntüleme cihazlarında benzer hangi ortak özellikler vardır? Gerekçenizle yazınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.1.2: LCD ve plazma teknolojilerinde fizik biliminin yerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Sınıflandırma Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LCD ve PLAZMA EKRANLARI TANIYORUM	🕒 15 dk.
Amacı	LCD ve plazma teknolojilerini karşılaştırarak Fizik bilimiyle ilişkisini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Güvenilir kaynaklardan LCD ve plazma görüntüleme teknolojisinin günlük hayatta kullanıldığı alanları araştırarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① LCD ve plazma görüntüleme teknolojisinin kullanıldığı cihazlara örnekler vererek bu ekranların üretim tercihini ekran boyutu ile ilişkilendirerek açıklayınız.

- ② Örnek olarak yazdığınız cihazların, LCD ve plazma görüntüleme teknolojisinin özelliklerini aşağıda verilen tablolara yazarak karşılaştırınız.

LCD Ekran

-
-
-
-
-
-
-

Plazma Ekran

-
-
-
-
-
-
-

- ③ Sizce LCD teknolojisi mi, plazma teknolojisi mi daha kullanışlı olabilir? Sebebiyle açıklayınız.

- ④ LCD ve plazma teknolojileri fiziğin hangi alt dallarıyla ilgilidir? Açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.1.2: LCD ve plazma teknolojilerinde fizik biliminin yerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LCD Mİ PLAZMA MI?	🕒 20 dk.
Amacı	LCD ve plazma monitörlerin özelliklerinden hareketle LCD ve plazma teknolojisini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Bilimsel kaynaklar ve “.edu”, “.gov” uzantılı genel ağ adreslerinden LCD ve plazma teknolojileri hakkında araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınıza göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① LCD ve plazma televizyonların avantajlarını ve dezavantajlarını aşağıdaki tabloda verilen kriterlere göre belirtiniz.

Kriter	LCD TV		Plazma TV	
	Avantajları	Dezavantajları	Avantajları	Dezavantajları
Kontrast				
Boyut				
Tepki Süresi				
Enerji Tüketimi				
Kullanım Ömrü				
İzlenme Açısı				
Fiyatı				

- ② LCD ve plazma teknolojilerini açıklayınız?

- ③ Günlük hayatta LCD ve plazma teknolojisinin kullanıldığı diğer uygulamalar neler olabilir? Açıklayınız.

- ④ Fizik bilimindeki gelişmelerin bu tür teknolojik ürünleri ya da çalışmalarını nasıl etkilediğini açıklayınız?





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları Kazanım 12.6.2.1: Yarı iletken maddelerin genel özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	İLETKEN Mİ, YALITKAN MI?	🕒 15 dk.
Amacı	Elektirik iletkenliği bakımından yarı iletken maddelerin genel özelliklerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinliğin bir hafta öncesinde öğrencilerin yarı iletken maddelerin özellikleri ile ilgili araştırma yapmalarını isteyiniz.

Yönerge

Yarı iletken maddelerle ilgili verilen soruları cevaplayınız.

- ① Aşağıdaki tabloda iletken, yalıtkan ve yarı iletken maddelerin özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bilgilerle uyumlu olan madde türünü (x) işareti kullanarak tabloyu doldurunuz.

Bilgi	İletken Madde	Yalıtkan Madde	Yarı İletken Madde
1. Elektrik akımına karşı çok az direnç gösterirler.			
2. Bazı özel şartlar altında iletken durumuna geçerler.			
3. Elektronları atomlarına sıkı olarak bağlıdır.			
4. Atomları 1, 2 veya 3 valans elektronlu olan metallerdir.			
5. Kristal yapıya sahiptirler.			
6. Bu maddelerin dış yörüngedeki elektron sayıları 8 ve 8'e yakın sayıda olduğundan elektronların atomdan uzaklaştırılması zordur.			
7. Doğal olarak bulunabileceği gibi laboratuvar da bileşik olarak da elde edilebilir.			
8. İletkenlik özelliği kazanması geçici olup dış etki kalınca elektronlar tekrar atomlarına döner.			

- ② N tipi ve P tipi yarı iletkenlerle ilgili altı arkadaşın yaptığı açıklamalar şu şekildedir:

Emir: N tipi yarı iletken elektron almaya, P tipi yarı iletken elektron vermeye yatkındır.

İrem: Silisyuma arsenik atomu eklendiği zaman N tipi yarı iletken elde edilir.

Yiğit: Silisyum maddesine bor maddesi katkılандığında atomların kurduğu kovalent bağlarda bir elektronluk eksiklik kalır. Bu eksikliğe oyuk (deşik) adı verilir.

Erdem: P tipi maddeye gerilim kaynağı bağlandığında kaynağın pozitif kutbundaki elektronlar gerilim kaynağının negatif kutbuna doğru ilerler.

Alya: N tipi maddeye gerilim kaynağı bağlandığında gerilim kaynağının negatif kutbundan pozitif kutbuna doğru bir elektron akışı başlar.

Bade: Yarı iletkenlere çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek yalıtkanlıkları düşürülür.

Yukarıdaki açıklamalarda kimler doğru, kimler yanlış bilgi vermiştir? Açıklayınız.

- ③ Günümüzde silisyum ve germanyum elementlerinden yarı iletken devre elemanı üretiminde çoğunlukla silisyum elementi kullanılırken germanyum elementi tercih edilmemektedir. Bunun nedeni nedir? Açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.1: Yarı iletken maddelerin genel özelliklerini açıklar.

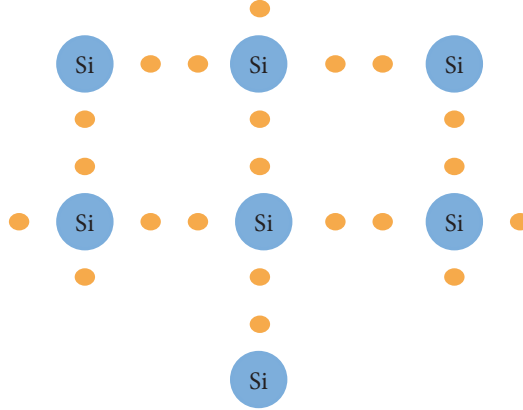
Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	HADİ KATKILAYALIM	🕒 15 dk.
Amacı	Yarı iletken maddelerin iletken hâle nasıl geldiği hakkında çıkarımda bulunabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Bilimsel kaynaklar ve “.edu”, “.gov” uzantılı genel ağ adreslerinden yarı iletkenlerin özelliklerini araştırınız. Aşağıda son yörüngesinde 4 değerlik elektronu bulunan silisyum atomunun kristal örgüsüne ait modeli inceleyerek soruları cevaplayınız.



- ① Silisyum atomunu son yörüngesinde 5 elektronu bulunan arsenik atomuyla katkılıyorsunuz. Bu katkılamayı kristal örgü içinde göstererek elde edilen yarı iletken tipini ve yarı iletkenin nasıl iletken hâline geldiğini açıklayınız.

- ② Silisyum atomunu son yörüngesinde 3 elektronu bulunan bor atomuyla katkılıyorsunuz. Bu katkılamayı kristal örgü içinde göstererek elde edilen yarı iletken tipini ve yarı iletkenin nasıl iletken hâline geldiğini açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.2: Yarı iletken malzemenin teknolojideki önemini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KUMDAN GELEN TEKNOLOJİ	🕒 15 dk.
Amacı	Diyot ve transistörün işlevini ve yapılarındaki maddeleri açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Bilimsel kaynaklar ve “.edu”, “.gov” uzantılı genel ağ adreslerinden diyot ve transistörlerin işlevlerini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri kullanarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

- ① Diyotlar nerelerde ve hangi amaçla kullanılır? Açıklayınız.

- ② Transistörler nerelerde ve hangi amaçla kullanılır? Açıklayınız.

- ③ Kumun elektronik devre elemanı hâline gelme aşamalarını açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.2: Yarı iletken malzemenin teknolojiadaki önemini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	DİYOT VE TRANSİSTÖRÜ TANIYORUM	🕒 20 dk.
Amacı	Diyot ve transistörün özelliklerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Bilimsel kaynaklar ve “.edu”, “.gov” uzantılı genel ağ adreslerinden diyot ve transistörlerin işlevlerini araştırınız. Araştırma sonucu edindiğiniz bilgilerden hareketle soruları cevaplayınız.

① Diyot nedir? Diyotlar hangi maddelerin bileşiminden oluşur?

② Diyotların elektronik devredeki sembolünü çiziniz.

③ Transistör nedir? Transistör hangi maddelerin bileşiminden oluşur?

④ Transistörlerin elektronik devredeki sembolünü çiziniz.

⑤ Yarı iletken malzemelerdeki gelişmeler teknolojik gelişmelere ne gibi katkılar sağlamıştır?



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.3: LED teknolojisinin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LED TEKNOLOJİLERİ	🕒 15 dk.
Amacı	LED teknolojisinin kullanım alanlarını örnekleriyle açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıdaki etkinlikleri LED teknolojilerinin kullanım alanlarını dikkate alarak yapınız.

- 1 LED teknolojisindeki bazı özel uygulamalar aşağıda verilmiştir. Bu gelişmelerin kullanım alanları ile ilgili öngörülerinizi yazınız.

LED Saatleri

Saat gece sağlıklı uyku kontrolü için kullanılıyor. LED sayesinde çevredeki ışığın dalga boyunu, şiddetini ve ışık varyasyonlarını kontrol altında tutarak beyindeki melatonin hormonunun doğru bir şekilde salgılanmasına neden oluyor.

Öngörülerim: _____

LED Spreyler

LED teknolojisinden yararlanarak geliştirilen spreyle ışıkla resim çizip yazı yazılabilir. LED'ler kullanıcıya değişik renk ve parlaklık sunabiliyor.

Öngörülerim: _____

Optik – LED Anahtarlar

Optik anahtarlar bir cisme değmeden algılamak için kullanılır. Son yıllarda anahtarlı sistemlerde LED kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür LED'ler sayesinde algılama sisteminin hem hassasiyeti hem de algılama mesafesi artmıştır.

Öngörülerim: _____

- 2 LED teknolojisi seracılıkta kullanımı çok önemli bir yer tutar. Biyoloji dersindeki bilgilerinizi de kullanarak seracılıktaki LED uygulamaları hakkındaki yorumlarınızı yazınız.

- 3 Aydınlatma sistemlerinde LED lambaların kullanılmasının diğer aydınlatma sistemlerine göre avantajları nelerdir? Yazınız.

- 4 LED teknolojisinin kullanıldığı sektörleri araştırarak uygulama alanları hakkında kısaca bilgi veriniz.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.3: LED teknolojisinin kullanıldığı yerlere örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı, Becerisi, Problem Çözme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LED'LERİN KULLANIM ALANLARI	🕒 10 dk.
Amacı	LED teknolojisinin kullanım alanlarını örnekleriyle açıklayabilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Bilimsel kaynaklar, edu. ve gov. uzantılı genel ağ adreslerinden LED teknolojisinin kullanım alanları ile ilgili araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarından yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1 Aşağıda LED teknolojisinin uygulamaları verilmiştir. Bu uygulamalarda LED teknolojisini kullanmaya iten temel sebep nedir? Açıklayınız.

Reklam panoları	
Araç farları	
Sokak ve mekân aydınlatmaları	
Tavukçuluk	
Televizyon ekranları	

- 2 Astronotların uzayda en önemli problemlerinden biride uykusuzluktur. Buna göre:

a) Sizce bu problemin nedeni nedir? Açıklayınız.

b) Bu problemi çözebilmek için LED teknolojisinden nasıl faydalanılabileceğini açıklayınız.

- 3 LED'ler ayarlanabilen dalga boyunda kızılötesi, görünür hatta morötesi ışık yayabilmektedirler. Bu özelliklerini kullanarak LED'leri kullanabileceğiniz alternatif alan veya uygulamalar neler olabilir? Açıklayınız.

- 4 Sizce LED teknolojisinin en önemli kullanım alanı nedir? Sebebiyle açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.4: Güneş pillerinin çalışma şeklini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi, Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GÜNEŞ ENERJİSİ	🕒 20 dk.
Amacı	Güneş pilinin çalışma prensibini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Etkinlikten bir hafta önce öğrencilerden güneş pillerinin çalışma şekilleri hakkında araştırma yaparak kısa notlar almalarını isteyiniz.

Yönerge

Aşağıda linki verilen “Enerji 101: Solar PV” adlı videoyu izleyiniz. (Not: Videonun Türkçe alt yazı desteği vardır. Ayarlar kısmından düzenlemelerinizi yaparak izlemeye başlayınız.)

<https://www.energy.gov/eere/videos/energy-101-solar-pv>

Araştırmalarınız ve izlediğiniz videodan edindiğiniz bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Güneş pillerindeki hangi malzemeler, güneş enerjisi sayesinde elektrik akımı oluşmasını sağlar? Açıklayınız.

- ② Güneş pillerinin çalışma prensibi nasıldır? Açıklayınız.

- ③ Güneş enerjisinin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Güneş Enerjisinin Avantajları	Güneş Enerjisinin Dezavantajları

- ④ Dünyada güneş enerjisinin günümüzdeki ve gelecekteki yerini açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.5: Günlük hayatı kolaylaştıran, güneş pillerinin kullanıldığı sistem tasarlar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi,
Yaratıcı Düşünme ve İnovasyon Becerisi

Alan Becerileri: Mühendislik ve Tasarım Becerisi

ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	GÜNEŞ PİLİ YAPALIM	🕒 20 dk.
Amacı	Günlük hayatı kolaylaştıran, güneş pillerinin kullanıldığı sistem tasarımlarını değerlendirebilme.	👤 Grup

Öğretmene Not: Dörder kişilik öğrenci grupları oluşturunuz.

1. Yönerge *Güneş pilleri, fosil yakıt kaynaklarına alternatif enerji kaynağı olarak ev ve iş yerlerinde ısıtma amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarının tükendiğini, kullandığımız pek çok cihazın bu nedenle kullanılamaz hâle geldiğini düşününüz. Bu etkinlikte sizden güneş pili ile çalışan ve günlük hayatta kullanılan bir cihaz tasarlamamız istenmektedir. Aşağıdaki adımları takip ederek cihazınızı tasarlayınız.*

- ▶ Tasarım süreci ile ilgili bir çalışma takvimi hazırlayınız.
- ▶ Yapmış olduğunuz takvim doğrultusunda grup elemanları arasında adil bir iş dağılımı gerçekleştiriniz.
- ▶ Projenin giriş aşamasında güneş pillerinin günlük hayattaki uygulama alanlarını ve uygulama örneklerini araştırınız.
- ▶ Araştırmalarınız sonucunda tasarım önerilerinizi geliştiriniz.
- ▶ Geliştirdiğiniz önerileri (bütçe giderleri, uygulanabilirlik ve yararlılık gibi kriterleri göz önüne alarak) değerlendirerek bir ürün tasarlayınız.
- ▶ Tasarladığınız ürünün etkililiğini test ediniz.
- ▶ Tasarım sürecinde proje çalışmasının nasıl yapıldığını, hangi araç ve gerecin kullanıldığını, bütçe giderlerini ve tasarladığınız ürünü tanıtan bir rapor hazırlayınız.
- ▶ Projenizi tanıtmak için sunum, broşür ya da bir poster hazırlayınız.

2. Yönerge *Yaptığınız çalışmaların sunum ve raporlarını arkadaşlarınız ve öğretmenlerinizle paylaşıp sizin ve arkadaşlarınızın çalışmalarının verimliliğini değerlendiriniz.*



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.2.5: Günlük hayatı kolaylaştıran, güneş pillerinin kullanıldığı sistem tasarlar.

Genel Beceriler: Problem Çözme Becerisi, Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Mühendislik ve Tasarım Becerisi

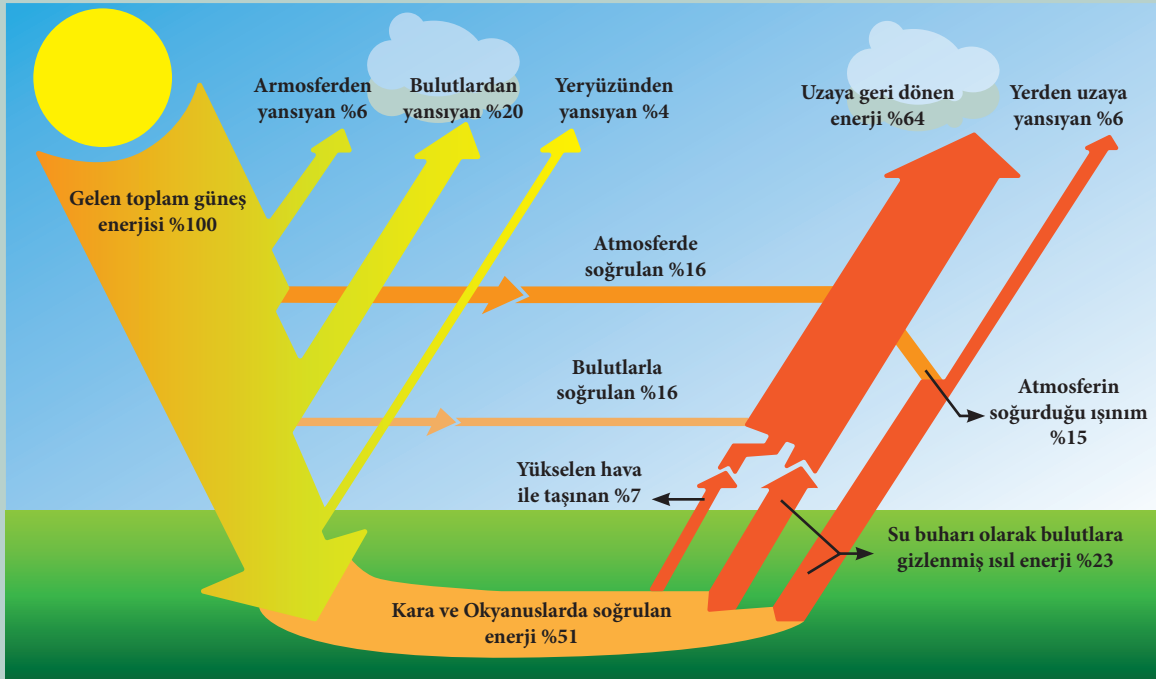
ÖĞRETMEN

Etkinlik İsmi	KAYBEDİLEN GÜNEŞ ENERJİSİNİ ÜLKE EKONOMİSİNE KAZANDIRIYORUM	20 dk.
Amacı	Kaybedilen güneş enerjisini ülke ekonomisine kazandıracak tasarım yapabilme.	Grup

Öğretmene Not: Dörder kişilik öğrenci grupları oluşturunuz.

1. Yönerge Aşağıda verilen metni okuyarak görseli inceleyiniz.

Yapılan hesaplamalar Güneş'in Dünya'ya 1,5 saat süreyle gönderdiği enerjinin, Dünya'daki tüm ülkelerin 1 yılda ve Türkiye'nin 100 yılda tükettiği enerji kadar olduğunu göstermiştir. Bir başka karşılaştırmayla 13 milyar ton taş kömürünün sağladığı enerjiyi Güneş yeryüzüne sadece 1 saatte göndermektedir. Güneş pilleri güneş ışınlarını doğrudan elektrığe dönüştürebilen elektronik sistemlerdir.



Görsel: Yeryüzüne düşen Güneş enerjisinin serüveni.

2. Yönerge Günlük hayatı kolaylaştıran güneş pillerinin kullanıldığı bir sistem tasarlayınız.

Tasarım süreci aşamalarında aşağıdaki basamakları uygulayınız.

- Tasarımınıza konu olan problemin çözümü ile ilgili hipotezinizi oluşturunuz.
- Grup arkadaşlarınız arasında görev dağılımı yapınız.
- Bilimsel kaynaklar ve genel ağdan yararlanarak konu ile ilgili araştırma yapınız.
- Tasarım sürecinizi planlayarak projenizin amacını, yapılışını, kullanılacak araç ve gereçleri, projesini yaptığınız ürünü tanıtan bir rapor hazırlayınız.
- Çalışmanızın sonunda tasarladığınız ürünün günlük hayata katkısını açıklayan bir sunum hazırlayınız.
- Çalışmanızın bilimselliği açısından yararlandığınız kaynak, kişi ve kuruluşları belirtiniz.
- Yapmış olduğunuz tasarımı sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.3.1: Süper iletken maddenin temel özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilim, Mühendislik, Matematik Okuryazarlığı Becerileri

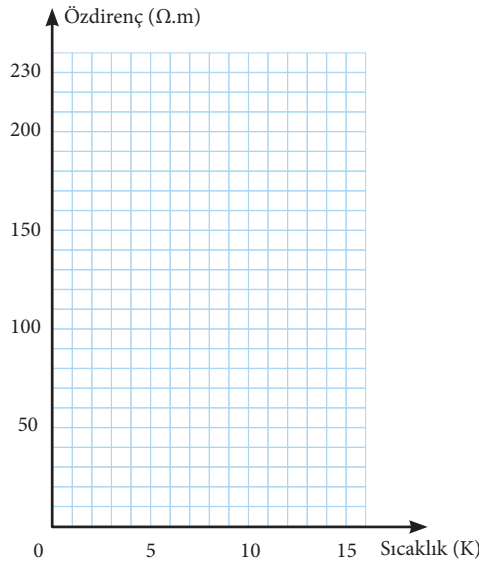
Alan Becerileri: Sayı-Uzay İlişkileri Kurma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	ÇOK İYİYİM	🕒 20 dk.
Amacı	Süper iletken bir maddenin özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıdaki tabloda verilen değerlerden yararlanarak kalay ve gümüş metalleri için öz direncin sıcaklığa bağlı değişim grafiklerini aşağıda verilen grafik alanı üzerinde çizerek gösteriniz.

Gümüş		Kalay	
Özdirenç ($\Omega \cdot m$)	Sıcaklık (K)	Özdirenç ($\Omega \cdot m$)	Sıcaklık (K)
50	15	230	10
40	13	160	9
35	11	140	8
30	10	130	7
30	8	120	6
30	6	110	5
28	4	110	4
28	2	0	4
28	0	0	2



2. Yönerge

Tablo ve çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

- 1 Kalay kritik sıcaklıkta bir süper iletken metal ise çizdiğiniz grafiğe göre süper iletken bir metal nasıl tanımlanabilir? Normal metaller ile süper iletken metaller arasındaki temel farkın ne olduğunu yazınız.
- 2 Çizdiğiniz grafiğe göre, kalay için kritik sıcaklık değeri (T_c) nedir?
- 3 Bir maddenin süper iletkenlik özelliği, günlük hayatta kullandığımız elektronik sistemler için nasıl bir avantaj sağlar?





6. ÜNİTE > Modern Fizik Teknolojideki Uygulamaları Kazanım 12.6.3.1: Süper iletken maddenin temel özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SÜPER MADDE	🕒 20 dk.
Amacı	Süper iletken maddenin temel özelliklerini ifade edebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıdaki her bir şemada süper iletkenliğe ilişkin bir soru ve soruların altında da birbirinin devamı ve pekiştiricisi olan cevap kutucukları yer almaktadır. 1 numaralı kutucukta cevabın dar hâli, 2 numaralı kutucukta da cevabın genişletilmiş hâli bulunmaktadır. Süper iletkenliğe ilişkin soruların ve bu sorulara ait cevapların yer aldığı aşağıdaki A ve B şemalarını inceleyiniz.

A. Süper iletken madde nedir?

A.1. Belirli bir sıcaklık değerinde elektrik akımına karşı direnç göstermeyen maddelere süper iletken madde denir.

A.2. Süper iletkenlik, herhangi bir iletkenin elektrik direncinin kritik bir sıcaklık (süper iletkenliğe geçiş sıcaklığı) ve kritik bir manyetik alan altında tamamen ortadan kalkmasıdır.

B. Süper iletken maddeye neden ihtiyaç duyulmuştur?

B.1. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin üretimi ve dağıtımı sırasında, kullanılan tellerin direncinden dolayı ısıya dönüşen elektrik enerjisi oldukça fazladır.

B.2. Elektrik akımı iletiminde kayıplar azaltılırsa ciddi tasarruflar elde edilir. Böyle bir iletim ancak direnci sıfır olan malzemelerle mümkün olur.

2. Yönerge

Süper iletken maddelerin temel özelliklerini güvenilir kaynaklardan araştırınız. Aşağıdaki şemalarda verilen soruların cevaplarını, araştırma sürecinizde edindiğiniz bilgilerden yararlanarak ilgili cevaplarınızı verilen şemalardaki alanlarına yazınız.

C. Süper iletkenlikle ilgili çalışmalar ilk kez ne zaman başlamıştır?

C.1.
.....
.....

C.2.
.....
.....

Ç. Bir maddenin süper iletken olabilirlğine ilişkin en belirgin özelliği nedir?

Ç.1.
.....
.....

Ç.2.
.....
.....

D. Süper iletkenlerin ayırt edici özellikleri nelerdir?

D.1.
.....
.....

D.2.
.....
.....

E. Süper iletkenlik için kritik manyetik alan nedir?

E.1.
.....
.....

E.2.
.....
.....

F. Süper iletkenliğin manyetik alan geçirgenliğine ilişkin temel iki özelliği nedir?

F.1.
.....
.....

F.2.
.....
.....



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.3.2: Süper iletkenlerin teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	SEN DE OLMA SAN	🕒 25 dk.
Amacı	Işığın tanecik ve dalga yapısını çeşitli örneklerle açıklayabilme.	👤 Bireysel

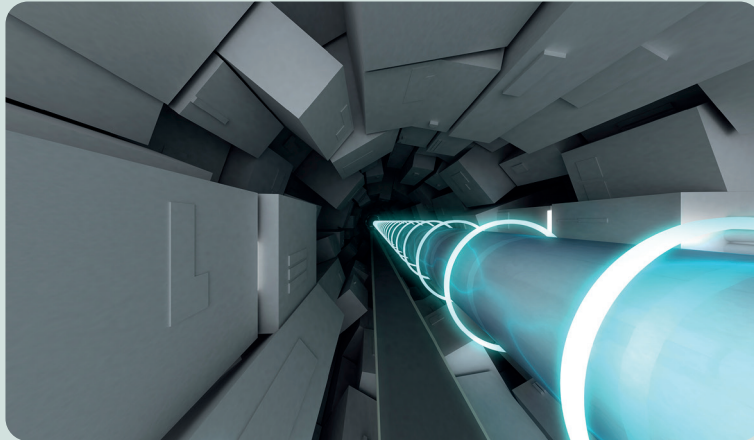
Yönerge*Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.*

Maglev treni olarak bilinen Görsel I'deki gibi yüksek hızlı trenler, süper iletken elektromıknatıslar kullanılarak oluşturulan elektromanyetik alan sayesinde raylara temas etmeden hareket eder. Süper iletken mıknatıslar, manyetik alan şiddetini arttırmak için çok düşük sıcaklıklara kadar soğutulan elektromıknatıslardır. Bu trenler raylara temas etmediğinden sürtünme kuvveti minimuma indirilir ve bu sayede çok yüksek hızlarda hareket edebilir. Maglev trenleri tamamen mıknatısların birbirini itme ve çekme prensibine göre çalışır.



Görsel I: Yüksek hızlı tren

Parçacıkları yüksek hıza çıkarmak için yüksek şiddette elektrik alana, parçacıkların istenen yöne doğru ilerlemelerini sağlamak için de yüksek şiddette manyetik alana ihtiyaç vardır. Bu hız ve ilerleme, süper iletken malzeme kullanılarak yapılan güçlü elektromıknatıslar aracılığıyla sağlanır. Görsel II'de görüldüğü gibi, parçacık hızlandırıcı halkalar kolyedeki boncuklar gibi dizilmiş çok sayıda süper iletken magnetten oluşmaktadır. İhtiyaç duyulan yüksek manyetik alanlar süper magnetler tarafından oluşturulur.



Görsel II: Büyük Hadron çarpıştırıcısı



- ① Maglev trenlerinin yüksek hızlara ulaşabilmesinin temel sebebi nedir? Açıklayınız.

- ② Parçacık hızlandırıcılarda süper iletkenlerin kullanılması ne gibi faydalar sağlar? Açıklayınız.

- ③ Sağlık sektöründe süper iletkenlerin kullanım alanları hakkında kısaca bilgi veriniz.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.3.2: Süper iletkenlerin teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KAYIPSIZ ENERJİ MÜMKÜN MÜ?	🕒 20 dk.
Amacı	Enerji kaynaklarının verimli kullanılmasına yönelik süper iletken teknolojisindeki gelişmeleri örneklendirebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Günümüzde her alanda enerji verimliliği ön plana çıkmaktadır. Doğaya verilen zarar, azalan enerji kaynakları ve yükselen enerji maliyetleri bunu zorunlu kılmaktadır. Her ne kadar temiz enerji kaynaklarına yönelim başlamış olsa da elde edilen enerjideki kayıpların önlenememesi sorun teşkil etmektedir. Bu sebeple kaynakları en verimli şekilde kullanmak temel hedef olmalıdır. Bilim insanları “Enerjiyi sıfır kayıpla kullanabilmek mümkün mü?” sorusuna cevap aramış ve süper iletkenliği keşfetmişlerdir. Süper iletkenlik, bir maddenin maddeye özgü kritik sıcaklık ve kritik manyetik alan değerleri altında elektrik akımına karşı direnç göstermemesi ve maddenin içine manyetik alanın nüfuz edememesi özelliği olarak tanımlanabilir. Süper iletkenlerden elde edilen güçlü manyetik alan vasıtası ile maglev trenleri geliştirilmiştir.

- ① Parçacık hızlandırıcılar ile süper iletken teknolojisi arasında nasıl bir bağlantı vardır? Açıklayınız.

- ② Süper iletken teknolojisi ileride farklı alanlarda kullanılabilir mi? Örneklendirerek açıklayınız.

- ③ Oda sıcaklığında süper iletken elde edilebilir mi? Sınıf arkadaşlarınızla tartışarak düşüncelerinizi açıklayınız.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR.

6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları (Kazanım 12.6.4.1: Nanobilimin temellerini açıklar.)

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

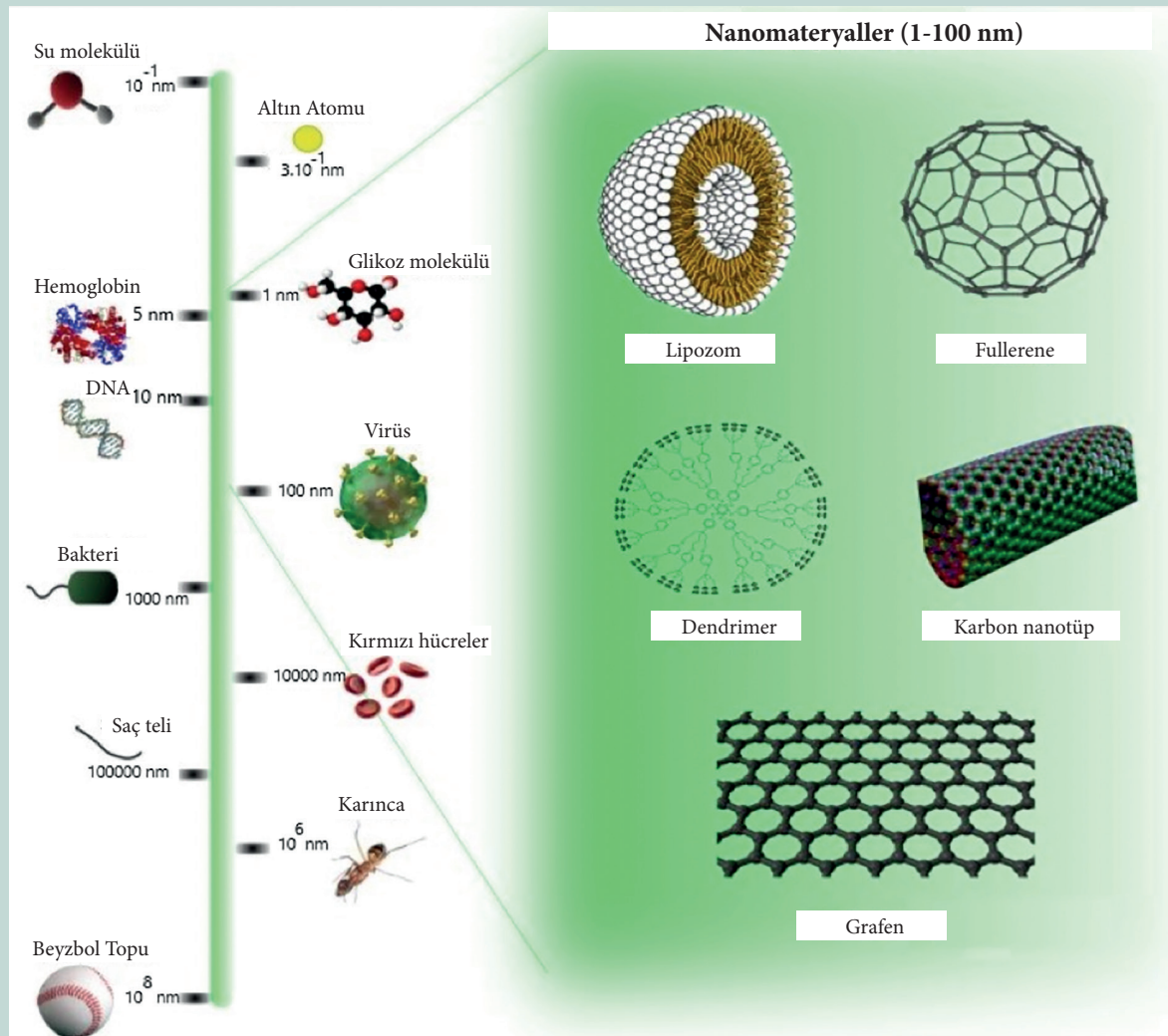
Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ	🕒 20 dk.
Amacı	Nanobilimin hayatımızdaki önemini öğrenebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

“Nano” Yunancada cüce anlamına gelir. Nano, tanımladığı büyüklüğün milyarda birini (10^{-9}) gösterir. Nanometre, 2-3 atomun yan yana konulmasıyla elde edilen uzunluktur. Nano ölçeklerde yapılan bilimsel çalışmalar da nanobilim olarak bilinir. Uygulamaya dönük nanobilime de nanoteknoloji denmektedir. 21. yüzyılın kilit teknolojisi olan nanoteknoloji, hastalıkları tespit ve tedavi etmede, silah ve savunma sanayisinde, çevreyi izleme ve korumada, enerji üretme ve depolamada, mahsul üretimini iyileştirerek gıda kalitesini arttırmada ve kompleks yapılar inşa etmede devrim yaratan en yeni uygulamaları sunmaktadır. Aşağıdaki görselde bazı maddelerin yapısının nanobilimle resimlenmiş halleri bulunmaktadır.





① Nanobilimin teknolojide kullanılan uygulama alanları nelerdir? Açıklayınız.

② Grafen pil nedir? Hangi özelliğinden dolayı teknolojiye katkı sağlamıştır?

③ Prof. Dr. Ekmel Özbay'ın 2005 yılında AB'nin Bilim Oscarı olan Descartes Bilim Ödülü'nü alan ilk Türk bilim insanı olmasını sağlayan çalışmalarını araştırarak yazınız?

④ Nanobilimin gelişmesi sayesinde oluşan nanoteknoloji bir ülkeye hangi alanlarda nasıl katkı sağlar? Açıklayınız.

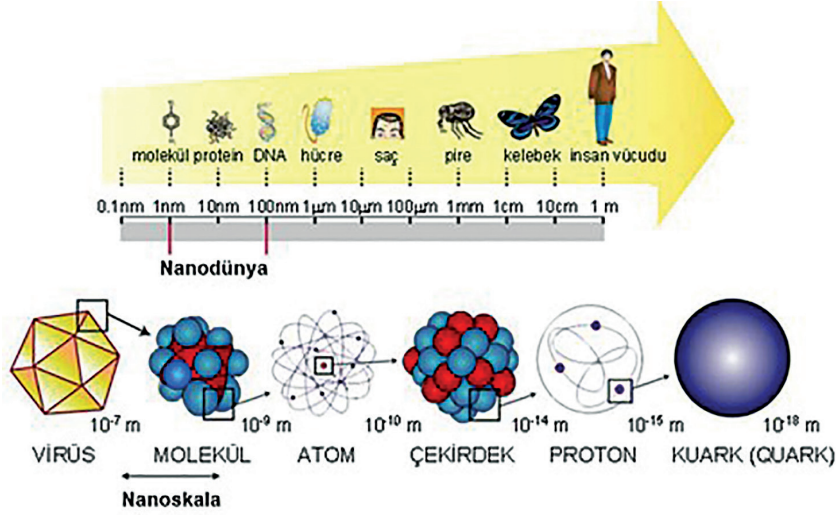


6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları Kazanım 12.6.4.1: Nanobilimin temellerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	NANO DÜNYA	⌚ 10 dk.
Amacı	Nanobilimin ve nanoteknolojinin ilişkisini ifade edebilme.	👤 Bireysel

- 1. Yönerge** *Fizikte bazı büyüklükler mikro ($\mu = 10^{-6}$), nano ($n = 10^{-9}$) gibi ön eklerle verilmektedir. Aşağıdaki görselde nanoskalada bazı büyüklükler bu ön eklerle ifade edilmiştir. Verilen görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.*



Görsel: Nanoskala

- 1 Maddeleri nano boyutta inceleyen bilim dalı nedir?

- 2 Nanobilim kullanılarak çeşitli nano boyutta üretilen malzemelerin teknolojiye kullanılan ismi nedir?

- 3 Yukarıdaki görseli göz önünde bulundurarak size göre gelecekte nanobilim ve nanoteknoloji sayesinde teknolojiye hangi gelişmeler olabilir? Açıklayınız.



6. ÜNİTE > Modern Fizik'in Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.4.2: Nanomalzemelerin temel özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

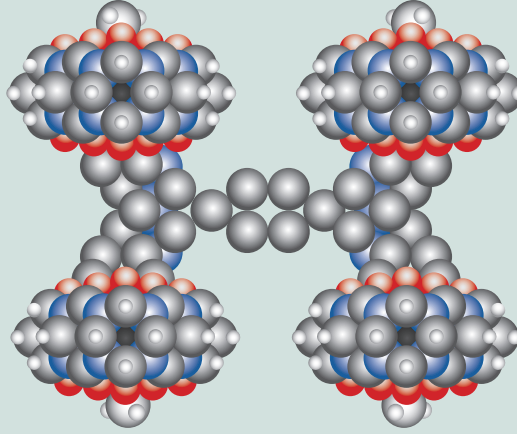
Etkinlik İsmi	NANO ARABA YARIŞI	🕒 20 dk.
Amacı	Nano araba yarış etkinliğinden hareketle nanomalzemelerin özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Öğrencilerden ders sürecinden en az bir hafta önce güvenilir kaynaklardan nanomalzemelerin temel özellikleri ile ilgili araştırma yapmalarını isteyiniz.

Yönerge

Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Nano arabalar ile yapılan yarışlara nano araba yarışı denir. Araba yapımında ortalama 150-250 atom kullanılmaktadır. Görselde yer alan arabaların şasesinde genellikle karbon ve hidrojen atomları kullanılırken tekerlerinde ise fulleren malzemesi tercih edilmektedir.



Görsel: Nano araba

İlki 2017 yılında yapılan yarışmaya katılan arabalara altın kaplamalı olana 'Mars', bakır kaplamalı olana 'Hayalet', alüminyum kaplamalı olana 'Kıvılcım' ve seramik kaplamalı olana da 'Sünek' isimleri verildiği kabul edilmiştir.

① Araba şaselerinde genellikle karbon ve hidrojen atomu kullanılmasının sebepleri nelerdir?

② Araba tekerlerinde fulleren malzemesi tercih edilmesinin sebepleri nelerdir?

③ Arabalardan altın kaplamalı olana 'Mars', bakır kaplamalı olana 'Hayalet', alüminyum kaplamalı olana 'Kıvılcım', seramik kaplamalı olana da 'Sünek' isminin verilme sebepleri ne olabilir?

④ Siz nano boyutlarda nasıl yarışmalar düzenlerdiniz? Açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.4.2: Nanomalzemelerin temel özelliklerini açıklar.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	NANO GÜZELLİK	🕒 10 dk.
Amacı	Nanomalzemelerin nano boyutta değişimlerini ve bazı özelliklerini açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Öğrencilerden ders sürecinden en az bir hafta önce güvenilir kaynaklardan nanomalzemelerin temel özellikleri ile ilgili araştırma yapmalarını isteyiniz. Öğrencilerin etkinlik sürecine edindikleri bilgilerle katılmalarını sağlayınız.

Yönerge

Araştırma sürecinizde edindiğiniz bilgilerden ve aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Nanoteknoloji ve nanomalzemeler hakkında araştırma yapan bir öğrenci; nanomalzemelerin sağlamlığı arttırmak için tel, kaplama yapmak için levha ve aşınmayı önlemek için parçacık vb. olarak kullanılabildiğini öğrenmiştir. Ayrıca bilinen materyallerin nanometre boyutlarda incelendiğinde şekil, renk, iletkenlik gibi bazı özelliklerinin değişebildiğini fark etmiş; daha geniş bir araştırma yaptığında ise fulleren adlı özel bir nanomalzeme ile karşılaşmıştır.

1) Nanomalzemeler, kullanım alanlarına ve boyutlarına göre nasıl gruplandırılır?

2) Nanomalzemeleri farklı kılan özellikleri nelerdir? Açıklayınız.

3) Nanomalzemelerin içinde önemli bir yer tutan fulleren nedir? Nerelerde kullanılır?



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.4.3: Nanomalzemelerin teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

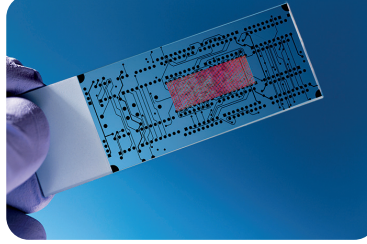
Etkinlik İsmi	STANDART MODEL VE KÂŞIFLARI	🕒 20 dk.
Amacı	Nanoteknoloji ürünlerine günlük hayattan örnekler verebilme.	👤 Bireysel

Yönerge

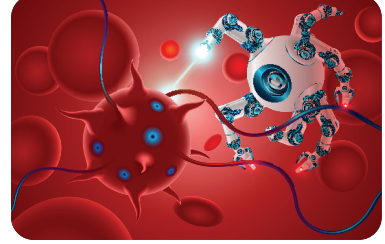
Aşağıdaki görsellerden yola çıkarak soruları cevaplayınız.



Görsel I: Akıllı kumaş



Görsel II: Nanoçipler



Görsel III: Nanorobotlar

- ① Görsel I, Görsel II ve Görsel III'te verilen nanomalzemelerin özelliklerini ve kullanım amaçlarını araştırınız. Araştırma yaptığınız kaynakların geçerli ve güvenilir olduğundan emin olunuz. Ulaştığınız bilgileri arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

- ② Bilişim, iletişim, inşaat, savunma, tıp veya tekstil gibi alanlarda nanoteknoloji ile üretilen ürünlere yukarıdakilerden farklı örnekler veriniz. Örneklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

- ③ Nanoteknoloji kullanımının hayatınıza getirdiği kolaylıklar nelerdir? Düşüncelerinizi kısaca yazınız.

- ④ Nanoteknoloji kullanarak bir ürün icat edecek olsaydınız bu ürün ne olurdu? Açıklayınız.



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.4.3: Nanomalzemelerin teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Sınıflandırma Yapma Becerisi, Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	KÜÇÜK ŞEYLER	🕒 20 dk.
Amacı	Nanomalzemelerin teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verebilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda nanomalzemeler hakkında bir metin ve nanomalzemelere ilham kaynağı olmuş varlıklara ait bazı görseller verilmiştir. Metin ve görsellerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Ünlü fizikçi Richard Feynman'ın 1959 yılında yapmış olduğu bir konuşmada; "Yirmi dört ciltlik bir ansiklopediyi neden toplu iğne büyüklüğündeki bir yere yazmayalım" sözü yıllar sonra bilimdeki hızlı gelişmelerin ve nanoteknolojinin ayak sesleri olacaktı. Yarı iletken malzemelerin üretimin-den bu yana günlük hayatta kullanılan elektronik cihaz ve malzemeler küçültülmeye çalışılmaktadır. Nanoteknolojinin amacı, nano boyutlarda ürünler geliştirmek ve bunların günlük hayatta kullanılmasını sağlamaktır. Nanoteknoloji; üretilen malzemelerin çeşitliliği, üretilen malzemelerin geliştirilerek yeni nanomalzemelere dönüştürülebilmesi ve nanobilimin katkılarıyla sürekli gelişmektedir. Nanometre ölçeklerinde malzemenin sahip olduğu fiziksel özellikler kullanılarak bilişim, iletişim, elektronik, biyoteknoloji, farmakoloji, tıp, savunma, tekstil, makine ve inşaat sanayisinde teknolojik devrim niteliğinde ürünler elde edilmiştir. Bazı nanomalzemeler, doğada doğal olarak bulunduğu gibi laboratuvar ortamında üretilen nanomalzemeler de bulunmaktadır. Tabiatın var oluşundan beri canlılar tarafından kullanılan birçok doğal nanomalzeme bulunmaktadır.



Doğal bir nanomalzeme olan kil minerali yüzeylerde çekme ve emme özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden yararlanarak gıdaların raf ömrünü uzatan ambalajlar yapılmaktadır.



Lotus çiçeği kendi kendini temizleyebilme özelliğine sahiptir. Lotus yapraklarının bu özelliği, ıslanmayan kumaşların üretilmesine ilham kaynağı olmuştur.



Kutup ayısının kürk ve derisinin yapısı incelenerek termal izolasyon malzemesi üretilmiştir.



Morpho kelebeklerin kanatları çok katmanlı tabaka ve boşluklardan oluşur. Son derece düzenli dizilime sahip bu yapılar fotonik kristal bir yapı meydana getirir. Morpho kelebeklerinin kanatları fotovoltaik güneş pillerinin geliştirilmesine katkı sağlamıştır.



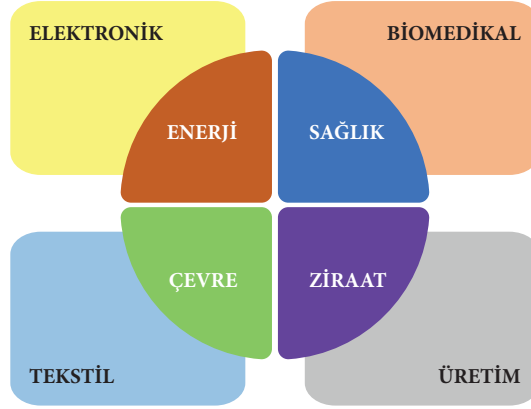
Örümcek ipeğinin yapısından esinlenilerek yüksek gerilme kuvvetine sahip fiber malzemeler geliştirilmiştir.



Kertenkelelerin ayak tabanlarındaki milyonlarca tüycük, onların duvar ya da tavana tutunmaları sağlar. Bilim insanlarının bu doğal yapı üzerinde yaptıkları çalışmalarda yeni nesil yapıştırıcı malzemeler geliştirilmiştir.



- ① Nanomalzemelerden yapılan ve günümüzde bilim ve teknoloji alanında sıklıkla kullanılan malzemelere örnekler veriniz. Bu örneklerin hangi teknolojik alana ait olduğuna sınıf içinde tartışarak karar veriniz ve örneklerinizi aşağıdaki uygun alanlara yazınız.



ENERJİ	ÇEVRE	SAĞLIK	ZİRAAT
ELEKTRONİK	TEKSTİL	BİYOMEDİKAL	ÜRETİM

- ② Nanomalzemelerin bilim ve teknolojinin gelişimine etkileri nelerdir? Açıklayınız.





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.5.1: Lazer ışınlarının elde edilmesini açıklar.

Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LAZERİN ÇALIŞMA PRENSİBİ	🕒 20 dk.
Amacı	Lazerin çalışma prensibini açıklayabilme.	👤 Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda linki verilen “Laser: Working principle” adlı videoyu dikkatlice izleyiniz. (Not: Videonun Türkçe alt yazı desteği vardır. Ayarlar kısmından düzenlemelerinizi yaparak izleyiniz.)
<https://www.youtube.com/watch?v=WtGriq9uB-k>

2. Yönerge

İzlediğiniz videodan edindiğiniz bilgilere göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Lazer ışınları hangi yolla oluşturulur? Açıklayınız.

- ② Lazer ışınlarında kullanılan aynaların özellikleri nelerdir? Açıklayınız.

- ③ Lazer ışınları ile normal lambalardaki ışınlar arasında ne gibi benzerlikler ve farklar vardır? Aşağıdaki tabloya yazınız.

Lazer Işığı	Normal Lamba Işığı



6. ÜNİTE > Modern Fizik Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.5.1: Lazer ışınlarının elde edilmesini açıklar.

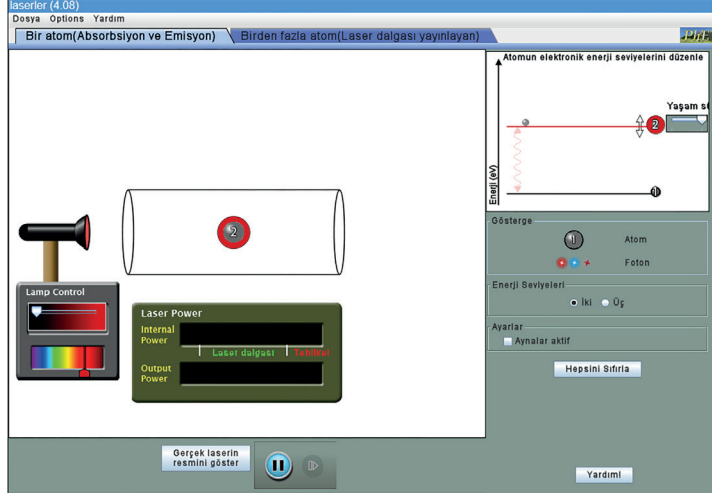
Genel Beceriler: Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LASER IŞINLARI	15 dk.
Amacı	LASER ışınlarının oluşumunu açıklayabilme.	Bireysel

1. Yönerge

Aşağıda linki verilen simülasyonu açınız ve hiçbir ayarlama yapmadan bir süre gözlemleyiniz. <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/lasers/latest/lasers.html?simulation=lasers&locale=tr> Simülasyondan edindiğiniz bilgilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.



- ① Kaynaktan gönderilen foton, atom ile etkileşime girdiği zaman atomun büyüklüğü yani yarıçapı artmaktadır. Bunun sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

- ② Uyarılan atom çok kısa bir süre sonra temel seviyeye gelmekte, atomun yarıçapı da eski hâline dönmektedir. Bu esnada atomda meydana gelen değişimin sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

2. Yönerge

Simülasyon ekranının üst bölümündeki butonlardan “Birden fazla atom” alanını tıklayarak açınız. Ekranın sağ tarafından “Enerji Seviyeleri” bölümündeki “iki” kutucuğunu seçiniz. Ekranın sağ üst bölümündeki “Lamp Control” kısmından ışığın rengini kırmızı olarak ayarlayınız. Işığın şiddetini de orta seviyeye getirerek bir süre gözlem yapınız. Daha sonra ekranın sağ tarafından “Aynalar aktif” kutucuğunu işaretleyiniz. Sağ taraftaki aynanın yansıtma gücünü sıfıra getirerek gözlemlemeye devam ediniz. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- ① Uyarılmış atoma sürekli foton gönderilmesinin ve düzenekte ayna kullanılmasının sebebi ne olabilir? Açıklayınız.

- ② Bu simülasyondan LASER ışınlarının hangi özelliklerine ulaşabilirsiniz? Açıklayınız.



6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.5.2: LASER ışınlarının teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LASER VE GELİŞEN DÜNYA	⌚ 30 dk.
Amacı	LASER ışınlarının teknolojiye kullanım alanlarını açıklayabilmek.	👤 Bireysel

Yönerge

Öncülüğü Max Planck (Maks Plank) tarafından yapılan, temeli Albert Einstein (Albert Aynştayn) tarafından atılan LASER, 1953 yılında Theodore Maiman (Teodor Meymın) ile modern Dünya'nın kullanımına sunulmuştur. Mikro Dünya'dan makro Dünya'ya tüm alanlarda yaşamımızı kolaylaştıran bu ışınların nerelerde kullanıldığına dair güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız. Araştırma sonuçlarınızdan yararlanarak soruları cevaplayınız.

- ① Aşağıda görselleri verilen LASER teknolojileri hangi meslek kollarına ait olabilir? Cevaplarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

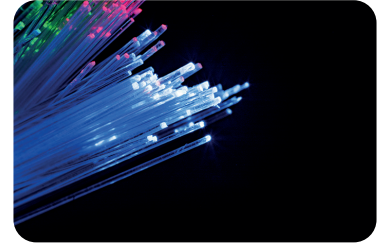












- ② LASER teknolojilerinin endüstriyel gelişmelere olan etkileri nelerdir?
-
-
-
- ③ LASER teknolojileri ile ilgili ülkemizdeki gelişmeler nelerdir? Cevaplarınızı sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.
-
-
-
- ④ LASER teknolojisinin kullanılabileceği farklı meslek kolları neler olabilir? Sınıf içinde tartışınız.
-
-
-





6. ÜNİTE > Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları

Kazanım 12.6.5.2: LASER ışınlarının teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.

Genel Beceriler: Bilgi Okuryazarlığı, Becerisi, Eleştirel Düşünme Becerisi

Alan Becerileri: Çıkarım Yapma Becerisi

Etkinlik İsmi	LASER'LI MEDENİYET	🕒 10 dk.
Amacı	LASER ışınlarının günümüz teknolojisindeki kullanım alanlarını açıklayabilme.	👤 Bireysel

Öğretmene Not: Öğrencilerden ders sürecinden en az bir hafta önce güvenilir kaynaklardan LASER ışınlarının kullanım alanları ile ilgili araştırma yapmalarını isteyiniz. Öğrencilerin etkinlik sürecine edindikleri bilgilerle katılmalarını sağlayınız.

Yönerge

Araştırma sürecinizde edindiğiniz bilgilerden ve aşağıda verilen metinden yararlanarak soruları cevaplayınız.

İsmail Bey, gazetesini okuyarak güne başlamayı kendisine âdet edinmişti. Ancak yaşı ilerledikçe gazetelerdeki yazıları okuyamaz olmuş ve bu sebeple okuma gözlüğü kullanmaya başlamıştı. İsmail Bey, bu sabah da gazetesini eline aldı fakat okuma gözlüğünü bir türlü bulamadı. Artık bir göz doktoruna gidip refraktif cerrahi tedavilerinden birini olması ve böylece gözlük derdinden kurtulması gerektiğini düşündü. Göz çizdirme olarak da bilinen göz ameliyatını olan birkaç arkadaşı vardı, onlara danışabilirdi. Bu düşüncelerden sıyrılıp elindeki gazeteyi bir kenara bıraktı. Salona doğru yöneldiğinde ise emekli olunca arkadaşlarının kendisine hediye ettiği ve kenarlarında isminin yazılı olduğu metal tabak dikkatini çekti. Nasıl olup da o sert metalden yapılmış tabağın kenarlarına isminin bu denli düzgün yazılabildiğine tekrardan hayret etti. Sonra en sevdiği ses sanatçısının albümünü bilgisayarının DVD okuyucusuna yerleştirerek dinlemeye başladı. Gazetesini okuyamadığı aklına gelince de TV'yi açarak haberlere göz atmaya başlayan İsmail Bey'in dikkatini en çok "Roketsan'ın güdümlü füzesi Cirit, hedefi tam on ikiden vurdu" başlıklı bir haber çekti.

① LASER ışınlarının tıp alanında kullanıldığı yerler nelerdir?

② LASER ışınlarının sanayide kullanıldığı yerler nelerdir?

③ LASER ışınlarının bilişim teknolojileri alanında kullanıldığı yerler nelerdir?

④ LASER ışınlarının savunma sanayisinde kullanıldığı yerler nelerdir?





CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 1

1. Yönerge

$$\textcircled{1} \begin{array}{ccc} 120 \text{ tur} & \times & 60 \text{ s} \\ 1 \text{ tur} & \times & T \end{array}$$

$$T = \frac{60}{120} = 1/2 \text{ s olur.}$$

$$\begin{array}{ccc} 60 \text{ s} & \times & 120 \text{ tur} \\ 1 \text{ s} & \times & f \end{array}$$

$$f = \frac{120}{60} = 2 \text{ s}^{-1} \text{ olur.}$$

$\frac{1}{2} \cdot 2 = 1$ olur. Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin periyodu ile frekansı arasında $T \cdot f = 1$ ilişkisi bulunur.

$$\textcircled{2} v = 2\pi \cdot r \cdot f = 2 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 2 = 6 \text{ m/s bulunur.}$$

$$\textcircled{3} \omega = 2\pi \cdot f = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12 \text{ rad/s bulunur.}$$

$$\textcircled{4} a = \omega^2 \cdot r \text{ ya da } a = \frac{v^2}{r}$$

$$a = 12^2 \cdot 0,5 \quad a = \frac{6^2}{0,5}$$

$$a = 72 \text{ m/s}^2 \quad a = 72 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

2. Yönerge

$\textcircled{1}$ K, L ve M noktaları eş merkezli oldukları için birim zamanda taradıkları açılar da eşittir.

$$\omega_K = \omega_L = \omega_M$$

$$\text{Çizgisel hız } v = \omega \cdot r$$

K, L ve M noktalarının açısal hızları eşit olduğundan çizgisel hız büyüklükleri, dönme eksenine uzaklıkları ile doğru orantılıdır ve

$$v_K > v_L > v_M \text{ olur.}$$

Merkezcil ivme büyüklüğünü veren ifade $a = \omega^2 \cdot r$ 'dir.

Açısal hızları eşit olduğundan merkezcil ivmelerin büyüklük sıralaması $a_K > a_L > a_M$ 'dir.

$\textcircled{2}$ Eş merkezli sistemler üzerinde bulunan noktaların T, f ve ω değerleri kendi aralarında aynı olmaktadır. Üç büyüklük de açıya bağlı olduğundan bütün noktalar için aynı değerlere karşılık gelmektedir. Ancak çizgisel hız yarıçapa bağlı olduğundan büyüklük olarak farklı değerler alabilmektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 17-21.

Etkinlik No.: 2

1. Yönerge

$\textcircled{1}$ $\vec{v}_K$ Her iki şekilde de hızların büyüklüğü ve yönü değişmemektedir.

$\vec{v}_M$ Şekil I'de hızın büyüklük ve yönünde bir değişiklik olmamaktadır. Şekil II'de ise hızın büyüklüğü değişmezken yönü değişmektedir.

$\vec{v}_P$ Şekil I'de hızın büyüklük ve yönünde bir değişiklik olmamaktadır. Şekil II'de ise hızın büyüklüğü değişmezken yönü değişmektedir.

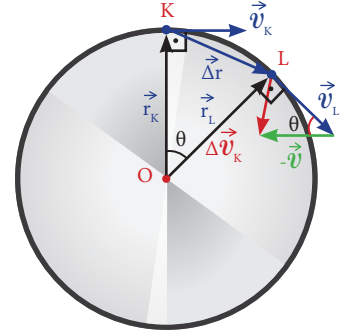
$\textcircled{2}$

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_L - \vec{v}_K$$

$$v_K = v_L = v$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_L - \vec{r}_K$$

$$r_K = r_L = r$$

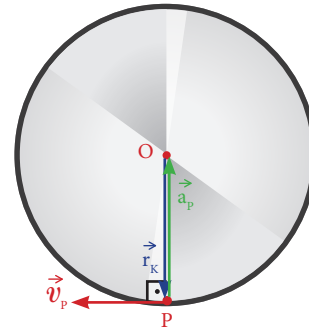


Şekillerdeki oluşturulan ikizkenar üçgenlerin benzerliğinden olur. $\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta r}{r}$ elde edilir. $\Delta v = \frac{v \cdot \Delta r}{r}$

İvme $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ bağıntısında Δv yerine yazıldığında $a = \frac{v \cdot \Delta r}{r \cdot \Delta t}$ olur.

$V = \frac{\Delta r}{\Delta t}$ olduğundan $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$ bağıntısına ulaşılır.

$\textcircled{3}$



2. Yönerge

$\textcircled{1}$ Çizgisel hız büyüklüğü $V = \omega \cdot r$ bağıntısı ile bulunur.

$v_K = \omega \cdot r$, $v_L = \omega \cdot 2r$, L ile M noktalarının aldıkları yollar eşit olduğundan $v_L = v_M$ 'dir. M ve N eşmerkezli olduğundan $v_N > v_M$ olur. Buna göre $v_K < v_L = v_M < v_N$ olur.

K ve L noktaları eş merkezli olduğundan $\omega_K = \omega_L = \omega$ olur.

x ve y kasnakları kayışla bağlı olduğundan L ve M noktalarının çizgisel hız büyüklükleri eşittir.

$W \cdot 2r = \omega_M \cdot r$ ise $\omega_M = 2\omega$ olur. z ve y kasnakları eş merkezli olduğundan $\omega_N = \omega_M = 2\omega$ olur.

$\textcircled{2}$ $a = \omega^2 \cdot r$ ifadesine göre

$$a_K = \omega^2 \cdot r, a_N = (2\omega)^2 \cdot 2r \quad \frac{a_K}{a_N} = \frac{1}{8} \text{ sonucu elde edilir.}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 17-21.

Etkinlik No.: 3

1. BÖLÜM

$\textcircled{1}$ Pervanenin 2π radyan dönmesi yani 1 turu tamamlaması için geçen süre, periyot olarak tanımlanır ve T ile gösterilir. Birim zamandaki tur sayısı, frekans olarak tanımlanır ve f ile gösterilir.

$\textcircled{2}$ Birim zamanda taranan açı, açısal hız olarak ifade edilir ve ω ile gösterilir.

$\textcircled{3}$ Birim zamandaki açısal hız değişimi açısal ivmeyi verir.



CEVAP ANAHTARLARI

2. BÖLÜM

$$① T = \frac{\text{Toplam dönüş süresi}}{\text{Toplam dönüş sayısı}}$$

Bu durumda 1 dakika, 60 saniye ise $T = \frac{60}{300} = 0,2$ s bulunur.

Frekans, çarpmaya göre periyodun tersidir.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ Hz bulunur.}$$

$$② \omega = 2\pi \cdot f \text{ bağıntısıyla hesaplanabilir.}$$

Bu durumda $\omega = 2 \cdot 3 \cdot 5 = 30$ rad/s olur.

Çizgisel hız değeri; $v = \omega \cdot r$ bağıntısı ile hesaplanır. Bu durumda $v = 30 \cdot 5 = 150$ m/s olur.

$$③ \text{Grafığın eğimi alınırsa } a = \frac{\omega_{\text{son}} - \omega_{\text{ilk}}}{t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}} = \frac{60 - 0}{2 - 0} = 30 \text{ rad/s}^2 \text{ olur.}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 17-22.

Etkinlik No.: 4

1. Yönerge

Tablo 1

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
2	1	1	2
4	1	1	4
8	1	1	8

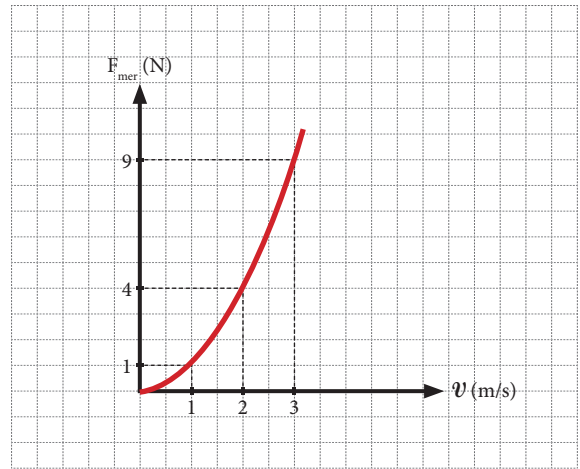
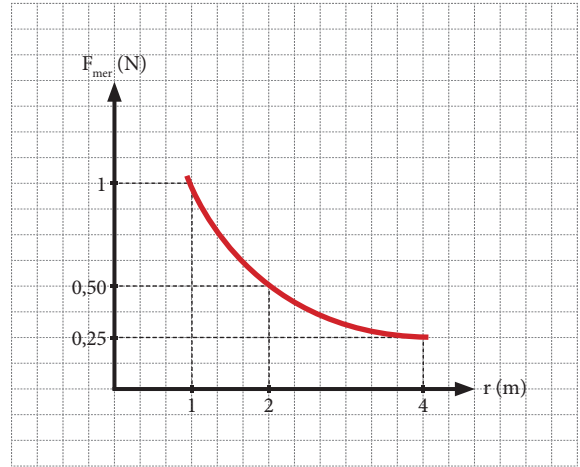
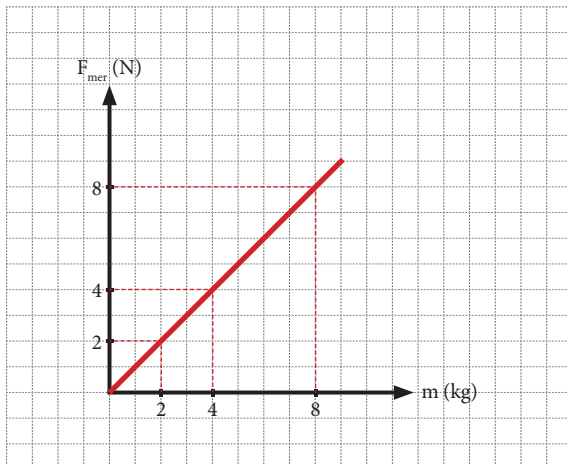
Tablo 2

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
1	1	1	1
1	2	1	0,50
1	4	1	0,25

Tablo 3

Kütle (kg)	Yarıçap (m)	Hız (m/s)	Merkezcil kuvvet (N)
1	1	1	1
1	1	2	4
1	1	3	9

2. Yönerge



3. Yönerge

Kütle arttıkça oluşan merkezcil kuvvetin de aynı oranda arttığı görülmüştür. Ancak bu artış yarıçap ve hız büyüklüklerinde farklı biçimde meydana gelmiştir. Yarıçap arttıkça merkezcil kuvvetin azaldığı yani birbirleriyle ters orantılı olduğu görülmüştür. Son olarak hızın karesi ile merkezcil kuvvetin doğru orantılı olduğu görülmüştür. Bu durumda çizilen grafikler $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ bağıntısı ile uyumludur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 22-24.

Etkinlik No.: 5

① a)

İkili grup	Eşit olan büyüklükler*	Farklı olan büyüklük*
K L	Kütle	Yarıçap
P S	Hız	Kütle
N T	Yarıçap	Hız

- b) ► K cisminin hızı L'ninkinden fazla olduğu için etkiyen merkezcil kuvveti daha büyüktür.
- S cisminin yarıçapı P'ninkinden az olduğu için etkiyen merkezcil kuvveti daha büyüktür.
- T cisminin kütlesi N'ninkinden fazla olduğu için etkiyen merkezcil kuvveti daha büyüktür.

CEVAP ANAHTARLARI

2. K için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{2m \cdot (3v)^2}{3r}$ $F = 6 (m \cdot v^2/r)$	L için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{2m \cdot (2v)^2}{3r}$ $F = 8/3 (m \cdot v^2/r)$	N için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{2m \cdot (4v)^2}{2r}$ $F = 16 (m \cdot v^2/r)$
P için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{3m \cdot (2v)^2}{2r}$ $F = 6 (m \cdot v^2/r)$	S için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{3m \cdot (2v)^2}{4r}$ $F = 3 (m \cdot v^2/r)$	T için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{3m \cdot (4v)^2}{2r}$ $F = 24 (m \cdot v^2/r)$
X için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{4m \cdot (3v)^2}{2r}$ $F = 18 (m \cdot v^2/r)$	Y için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{4m \cdot (4v)^2}{4r}$ $F = 16 (m \cdot v^2/r)$	Z için: $F = \frac{m \cdot v^2}{r}$ $F = \frac{4m \cdot (2v)^2}{r}$ $F = 16 (m \cdot v^2/r)$

3. K ve P cisimleri ile N, Y ve Z cisimlerinin merkezci kuvvet büyüklükleri değerleri birbirine eşittir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 22-24.

Etkinlik No.: 6

1. Yönerge

1. Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar: Bu kuvvetler; tepki kuvvetleri, sürtünme kuvveti, ipe bağlı ise gerilme kuvveti, düşey düzlemde ipe bağlı ağırlıklar, kütle çekim kuvveti ve elektriksel kuvvet olabilir.
2. $N = F = m \cdot \frac{v^2}{r}$ olduğundan r yarıçapı arttırıldığında yüzeyin cisme gösterdiği tepki kuvveti azalır
3. Cismin kütlesi m arttırıldığında $F = m \cdot \frac{v^2}{r}$ olduğu için merkezci kuvvet de artar. Ancak $F = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{r}$ olduğundan $a = \frac{v^2}{r}$ olur. Bu da ivmenin kütleyle bağlı olarak değişmeyeceğini gösterir.
4. $F = m \cdot \frac{v^2}{r}$ ifadesinde hız arttığında kuvvet değerinin de artacağı görülür.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 22-23.

Etkinlik No.: 7

1. Yönerge

1. Kuvvetin matematiksel modeli $F = m \cdot \frac{v^2}{r}$ olduğundan $F_{2m} = 2m \cdot \frac{v^2}{\ell}$ ve $F_m = m \cdot \frac{v^2}{2\ell}$ olur. $\frac{F_{2m}}{F_m} = 4$ sonucu elde edilir.

2. Yönerge

1. Merkezci kuvvetin matematiksel modeli $F_{\text{Merkezci}} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ 'dır. $F_k = F_L$ ise $m_1 \cdot \omega^2 \cdot r = m_2 \cdot \omega^2 \cdot 2r$, $m_1 = 2m_2$ olduğundan $m_1/m_2 = 2$ olur.
2. $F_{\text{sürtünme}} = k \cdot m \cdot g$ ve $F_{\text{Merkezci}} = m \cdot \omega^2 \cdot r$ olup $F_{\text{sürtünme}} = F_{\text{Merkezci}}$ 'dır. Kuvvetlerin büyüklüklerinin eşitliğinden $k \cdot m \cdot g = m \cdot \omega^2 \cdot r$ ise $k = \frac{\omega^2 \cdot r}{g}$ elde edilir.

Buradan açılabilir hız ve yer çekimi ivmesi K ve L cisimleri için aynı olduğundan sürtünme katsayıları arasındaki ilişki yarıçapları arasındaki büyüklük ilişkisi gibi $k_K < k_L$ olur.

3. Yönerge

Uyduların Dünya'ya uzaklıkları dikkate alındığında kütle çekim ivmeleri (merkezci ivmeleri) arasında $a_K > a_L > a_M$ ilişkisi olduğuna göre kütleler arasında da $m_K < m_L < m_M$ büyüklük sıralaması oluşur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 22-23.

Etkinlik No.: 8

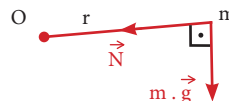
1. Yönerge

Düzenek	Serbest Cisim Diyagramı

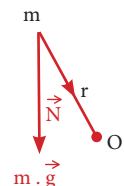
2. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

DÖNME DOLAP



HIZ TRENİ

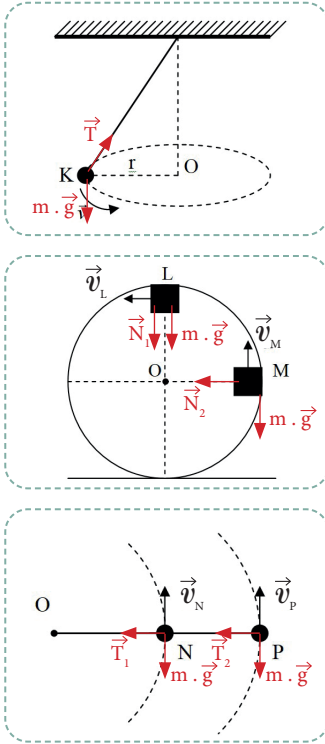


Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 24-28.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 9

1. Yönerge



2. Yönerge

- ① $F_s \geq m \cdot g$
Cismin en küçük hız değeri için
 $k \cdot N = m \cdot g$
 $k \cdot \frac{m \cdot v^2}{r} = m \cdot g$
 $v^2 = \frac{g \cdot r}{k}$
 $v = \sqrt{\frac{g \cdot r}{k}}$
 $v = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,5}{0,2}}$
 $v = \sqrt{25}$
 $v = 5 \text{ m/s olur.}$

- ② $v = \omega \cdot r$
 $5 = \omega \cdot 0,5$
 $\omega = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ rad/s}$

- ③ $a_{\text{merkezil}} = \omega^2 \cdot r$
 $a_{\text{merkezil}} = 100 \cdot 0,5$
 $a_{\text{merkezil}} = 50 \text{ rad/s}^2$

3. Yönerge

Santrifüj cihazında çembersel hareket yaptırılan tüplere merkezciil kuvvet etki etmektedir. Merkezciil kuvvet kütleyle doğru orantılı olduğu için kütlesi fazla olan kan hücreleri tüpün dibinde, kütlesi daha az olan serum kısmı ise tüpün üst kısmında toplanmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 24-28.

Etkinlik No.: 10

- ① Otomobilin virajı emniyetli şekilde dönebilmesi için sürtünme kuvvetinin büyüklüğü, merkezciil kuvvetin büyüklüğüne eşit ya da ondan daha büyük olmalıdır.

$$F_M \leq F_s$$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} \leq k \cdot N$$

$$\frac{m \cdot v^2}{r} \leq k \cdot m \cdot g$$

$$\frac{m \cdot v^2}{k \cdot m \cdot g} \leq r$$

$$90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$r \geq \frac{v^2}{k \cdot g}$$

$$r \geq \frac{25^2}{0,5 \cdot 10}$$

$$r \geq \frac{625}{5}$$

$$r \leq 125 \text{ m}$$

- ② Aracın dönme hızı kütlelden bağımsızdır. Bu nedenle virajın yarıçapı en az 125 m olmalıdır.
- ③ Trenin emniyetli şekilde dönebilmesi için merkezciil kuvvetin büyüklüğü en az trenin ağırlığı kadar olmalıdır.

$$F_M = G$$

$$\frac{(10m + m) \cdot v^2}{r} = (10m + m) \cdot g$$

$$v^2 = g \cdot r$$

$$v = \sqrt{g \cdot r}$$

$$v = \sqrt{10 \cdot 22,5}$$

$$v = \sqrt{225}$$

$$v = 15 \text{ m/s}$$

- ④ Trenin dönme hızı kütlelden bağımsızdır. Bu nedenle trenin hızı en az 15 m/s olmalıdır.

⑤ $v = \sqrt{g \cdot r \cdot \tan \alpha}$ $v = 25 \text{ m/s}$

$$v = \sqrt{10 \cdot 100 \cdot 0,625}$$

$$v = \sqrt{625}$$

$$v = 25 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{25}{\frac{1}{3600}}$$

$$v = \frac{25}{1000} \cdot \frac{3600}{1}$$

$$v = 90 \text{ km/h}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 29-32.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 11

$$① \quad v = \sqrt{k \cdot g \cdot r}$$

Hız sınırı, virajın yarıçapının kareköküyle doğru orantılıdır. $r_B > r_A$ olduğu için $v_B > v_A$ olur. Yani yolun A kısmındaki araçlar, B kısmındaki araçlara göre daha yavaş süratle virajı dönmelidir.

$$② \quad v = \sqrt{k \cdot g \cdot r}$$

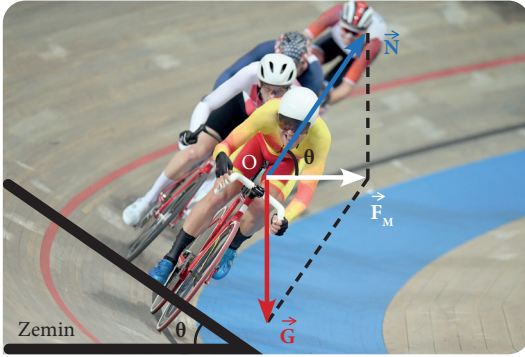
Hız sınırı, sürtünme katsayısının kareköküyle doğru orantılıdır. Kış aylarında sürtünme katsayısının değeri daha düşük olacağı için hız sınırının büyüklüğü de daha az olmalıdır. $k_{\text{Kış}} < k_{\text{Yaz}}$ olduğu için $v_{\text{Kış}} < v_{\text{Yaz}}$ olur.

Yani araçlar aynı yolda kış şartlarında yaz aylarına göre daha yavaş süratle virajı dönmelidir.

$$③ \quad v = \sqrt{k \cdot g \cdot r}$$

Hız sınırı, cismin kütesinden bağımsızdır. Bu nedenle aynı virajdaki kamyonun ve diğer bütün araçların hız sınırı eşittir.

④ Pist sürtünmesiz kabul edilirse eğimli viraj şeklindeki bölümden geçerken sporcuya ait ağırlık, tepki kuvveti ve merkezci kuvvet şekildeki gibidir.



Tepki kuvvetinin yatay bileşeni merkezci kuvvete, düşey bileşeni de cismin ağırlığına eşittir.

$$F_M = N \cdot \sin \theta$$

$$G = N \cdot \cos \theta$$

Denklemlerde $F_M = m \frac{v^2}{r}$ ve $G = m \cdot g$ değerleri yerine yazılıp taraf tarafa oranlanırsa

$$\frac{m \frac{v^2}{r}}{m \cdot g} = \tan \theta$$

$v = \sqrt{r \cdot g \cdot \tan \theta}$ Burada $\tan \theta$ pistin eğimidir. Buna göre pistin eğimi arttıkça sporcuların pisti güvenle dönebilecekleri süratin büyüklüğü de artmaktadır.

⑤ Tam düşey düzlemde hareket eden araçların güvenle dönebilmeleri için yörüngeğin tepe noktasında merkezci kuvveti, ağırlığına eşit veya ondan büyük olmalıdır. Aksi durumda cisim, yörüngeyi dönemez ve düşer.

Yatay düzlemde hareket eden araçların virajları emniyetli bir şekilde dönebilmeleri için hızlarının en büyük değeri (hız sınırı); virajın yarıçapı, yol ile araç arasındaki sürtünme katsayısı ve ortamdaki yerin çekim ivmesinin çarpımlarının karekökü ile doğru orantılıdır. Yatay yoldaki virajda hız sınırından küçük veya sınıra eşit büyüklükte bir süratle yol alan araçlar virajı güvenle dönebilir. Sürati hız sınırından büyük olan araçlar, eylemsizlik nedeniyle virajdan dışarıya doğru hareket etmeye çalışır. Aracın süratinin büyüklüğüne göre araç savrulur veya devrilebilir. Eğimli yollarda (sürtünme kuvvetini dikkate almadan) yatay yola ek olarak yolun eğimi arttıkça virajın güvenle dönebilmesi için gereken hız sınırının değeri de artar. Hız sınırı kurallarına uyulmaması durumunda maddi hasarlı hatta can kayıplarının da yaşandığı üzücü kazalar meydana gelmektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 29-32.

Etkinlik No.: 12

① Aracın emniyetli bir şekilde virajı dönebilmesi için süratinin en büyük değeri

$$v^2 = k \cdot r \cdot g \quad r = \frac{v^2}{k \cdot g}$$

$$v = 60 \text{ km/h} = \frac{60 \cdot 1000}{3600} \text{ m/s} = \frac{50}{3} \text{ m/s}$$

$$r = \frac{\left(\frac{50}{3}\right)^2}{\left(\frac{1}{18}\right) \cdot 10} \quad r = 500 \text{ m}$$

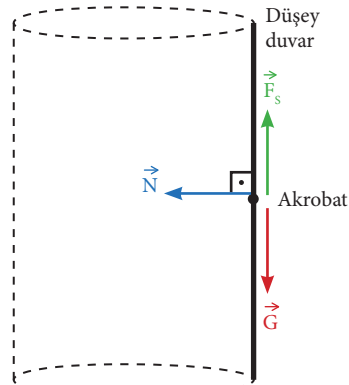
$$② \quad v = 108 \text{ km/h} = \frac{108 \cdot 1000}{3600} \text{ m/s} \quad v = 30 \text{ m/s}$$

$$v^2 = k \cdot r \cdot g$$

$$k = \frac{v^2}{r \cdot g}$$

$$k = \frac{30^2}{900 \cdot 10} = 0,1 \text{ olmalıdır.}$$

③ Akrobata ait serbest cisim diyagramı



$$\text{Sürtünme kuvveti } F_s = k \cdot N$$

$$N = F_M = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

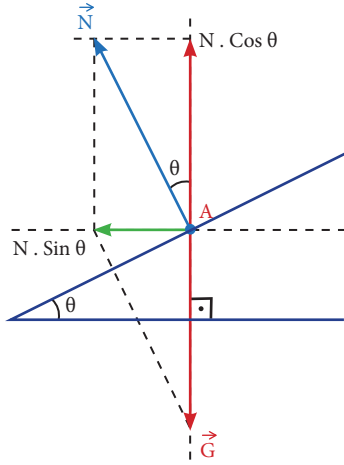
$$F_s = G$$

$$k \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r = m \cdot g$$

$$k \cdot \omega^2 \cdot r = g$$

CEVAP ANAHTARLARI

- 4 Oyuncak arabaya etki eden kuvvetlerin serbest cisim diyagramı şeklindeki gibidir.



N tepki kuvvetinin düşey bileşeni ağırlığa, yatay bileşeni merkezci kuvvete eşittir.

$$F_M = N \cdot \sin \theta$$

$$G = N \cdot \cos \theta$$

$$\frac{F_M}{G} = \frac{\sin 37^\circ}{\cos 37^\circ} = \frac{0,6}{0,8}$$

$$\frac{v^2}{r \cdot g} = \frac{3}{4}$$

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot r \cdot g}{4}}$$

$$r = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,3 \cdot 10}{4}}$$

$$v = 1,5 \text{ m/s}$$

- 5 Vagonun A noktasındaki mekanik enerjisinin tamamı, potansiyel enerjiden oluşur.

$$E_A = m \cdot g \cdot h$$

B noktasına geldiğinde bu enerjinin %10'unu sürtünme kuvvetlerine harcadığından vagonun bu noktadaki mekanik enerjisi

$$E_B = \frac{90}{100} \cdot E_A = \frac{9}{10} m \cdot g \cdot h$$

Bu aynı zamanda B noktasındaki potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamına eşittir.

$$m \cdot g \cdot 2r + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 = \frac{9}{10} m \cdot g \cdot h \text{ olur.}$$

B noktasında vagona etki eden merkezci kuvvet, en az cismin ağırlığına eşit olmalıdır.

$$F_M = G$$

$$m \cdot \frac{v_B^2}{r} = m \cdot g$$

$$v_B^2 = g \cdot r$$

v_B değeri enerji denkleminde yerine konulursa

$$2 \cdot g \cdot r + \frac{1}{2} \cdot g \cdot r = \frac{9}{10} g \cdot h$$

$$h = \frac{25}{9} r \text{ olur.}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 29-32.

Etkinlik No.: 13

1. Yönerge

- 1 a) Yatay virajda harekette hız hesaplaması $v \leq \sqrt{k \cdot g \cdot r}$ şeklindedir.

1. viraj için: $v \leq \sqrt{0,8 \cdot 10 \cdot 200} \quad v \leq 40 \text{ m/s}$

2. viraj için: $v \leq \sqrt{0,8 \cdot 10 \cdot 50} \quad v \leq 20 \text{ m/s}$

3. viraj için: $v \leq \sqrt{0,8 \cdot 10 \cdot 50} \quad v \leq 20 \text{ m/s}$

4. viraj için: $v \leq \sqrt{0,8 \cdot 10 \cdot 32} \quad v \leq 16 \text{ m/s}$

5. viraj için: $v \leq \sqrt{0,8 \cdot 10 \cdot 200} \quad v \leq 40 \text{ m/s}$

1. viraj

40

2. viraj

20

3. viraj

20

4. viraj

16

5. viraj

40

- b) Yukarıdaki virajlarda 35 m/s ile sabit hızda hareket eden bir araç 1. ve 5. virajda maksimum hızı geçmediği için bu virajlardan güvenle geçebilir. Ancak 2, 3 ve 4. virajlarda belirtilen hızın üzerinde olduğu için araç savrulur.

2. Yönerge

- 1 Yatay yolda virajı alırken merkezci kuvveti sağlayabilecek tek kuvvet sürtünme kuvvetidir. Sürtünme kuvveti ne kadar büyükse merkezci kuvvet de o kadar büyük olur. Güvenli dönüş için;

$$F_{\text{sürtünme}} \geq F_{\text{merkezci}}$$

$$k \cdot m \cdot g \geq m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$v \leq \sqrt{k \cdot g \cdot r} \text{ olmalıdır.}$$

Matematiksel modelde görüldüğü gibi hız, kütleyle bağlı değildir. Bu nedenle virajlara yaklaşırken her araç tipi için ayrı ayrı hız değerleri belirtilmez, tüm araçlar için hız sınırı aynıdır.

- 2 Yerleşim yeri dışındaki virajlı ve tehlikeli virajlı yollarda kaza oranları yerleşim yerlerine göre oldukça fazladır. Bunun en önemli sebeplerinden biri virajlardan dönerken hız sınırına uyulmaması ve aracın savrulması kaza yapmasına neden olabilmesi olarak açıklanabilir. Can ve mal kaybına da neden olmaması için özellikle virajlı yollardaki hız sınırları önem kazanmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 29-33.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 14

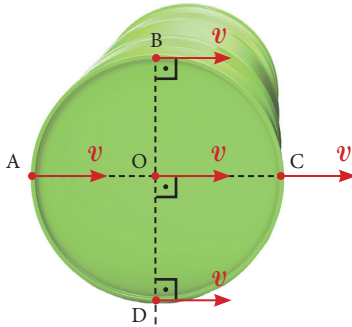
- 1 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

Kaymadan ilerleyen araçtaki yolcu, hareket halindeki taşıma bandı üzerindeki valiz ve doğrusal yörüngede ilerleyen bir uçak sadece öteleme hareketine örnek verilebilir.

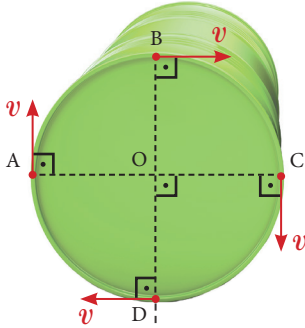
Çalışan dönme dolap, çalışan çamaşır makinesindeki tambur ve çalışan vantilatör pervanesi sadece dönme hareketine örnek verilebilir.

Hareket hâlindeki araç tekerleği, hamur açma sırasında kullanılan merdane ve yuvarlanarak ilerleyen futbol topu dönerek öteleme hareketine örnek verilebilir.

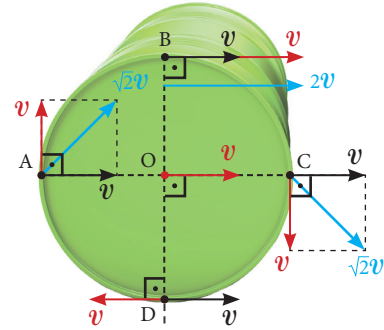
- 2 a) Varil üzerindeki tüm noktaların yer değiştirmelerinin eşit ve x kadardır. Buna göre tüm noktaların öteleme hızlarının büyüklükleri eşit ve v kadardır. A, B, C, D ve O noktalarına ait anlık öteleme hızları şekildedeki gibi olur.



- b) Varil yatay düzlemde bir tur döndürüldüğünde tüm noktalar varilin çevresi ($2\pi \cdot r$) kadar ötelenirken, dönen varilin yatay düzleme temas ettiği yüzey üzerindeki noktalarda $2\pi \cdot r$ kadar yol alır. Bu durumda varil dönerken yatay düzleme temas eden yüzey üzerindeki noktaların öteleme ve dönme hızlarının büyüklükleri eşittir. A, B, C ve D noktalarına ait anlık dönme hızları şekildedeki gibi olur.



- c) Varilin merkezinin yatay düzleme göre sadece öteleme hızı, varil üzerindeki diğer noktaların ise yatay düzleme göre hem öteleme hem de dönme hızları vardır. Buna göre A, B, C, D ve O noktalarının yatay düzleme göre anlık hızları ve büyüklükleri şekildedeki gibi olur.



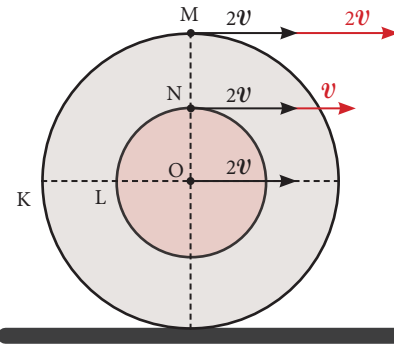
D noktasının hızı sıfır olur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 39-41.

Etkinlik No.: 15

- 1 Yük, traktörün iskelet sistemi ve traktör şoförü sadece öteleme hareketi; sabit makara sadece dönme hareketi; kasnaklar ve traktör tekerlekleri dönerek öteleme hareketi yapar.
- 2 Hareket sürecinde her iki tekerlek üzerindeki tüm noktaların yer değiştirmeleri eşit olur. Buna göre A ve B noktalarının öteleme hızlarının büyüklükleri eşittir. Tekerleklerin yatay düzleme temas eden yüzeyleri üzerindeki A ve B noktaları, bulundukları tekerleğin çevresinde, hareket sürecindeki yer değiştirmeleri kadar yol alır. Buna göre A ve B noktalarının dönme hızlarının büyüklükleri de eşittir.
- 3 Kasnaklardaki tüm noktaların öteleme hızlarının büyüklüğü $2v$ olduğundan dönerken M noktasının dönme hızının büyüklüğü de $2v$ olur.

M ve N noktaları dönerken, üzerinde bulundukları kasnağın çevresi kadar yol alır. Kasnakların çevresi yarıçapı ile doğru orantılı olduğundan M ve N noktalarının dönme hızlarının büyüklükleri de yarıçap ile doğru orantılıdır. Bu durumda N noktasının dönme hızının büyüklüğü v olur.



Sistemde K kasnağına sarılı halatın hızının büyüklüğü $4v$, L kasnağına sarılı halatın hızının büyüklüğü $3v$ olduğuna göre traktörün hızının büyüklüğü $4v$, yükün hızının büyüklüğü $3v$ olur.

- 4 Traktörün hızı değişmediğinden kasnaklar üzerindeki tüm noktaların öteleme hızları da değişmez. Bu durumda yükün hız büyüklüğündeki değişim N noktasının dönme hızının büyüklüğüne bağlıdır. Buna göre N noktasının dönme hızının büyüklüğünü arttırmak için ya L kasnağının yarıçapı büyütülmeli ya da K kasnağının yarıçapı küçültülmelidir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 39-41.

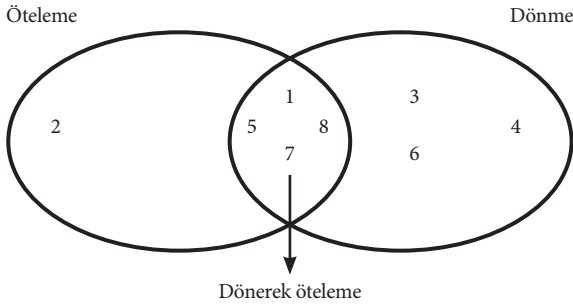
CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 16

1. Yönerge

- Görsel 1: Dönerek öteleme hareketi
 Görsel 2: Öteleme hareketi
 Görsel 3: Dönme hareketi
 Görsel 4: Dönme hareketi
 Görsel 5: Dönerek öteleme hareketi
 Görsel 6: Dönme hareketi
 Görsel 7: Dönerek öteleme hareketi
 Görsel 8: Dönerek öteleme hareketi

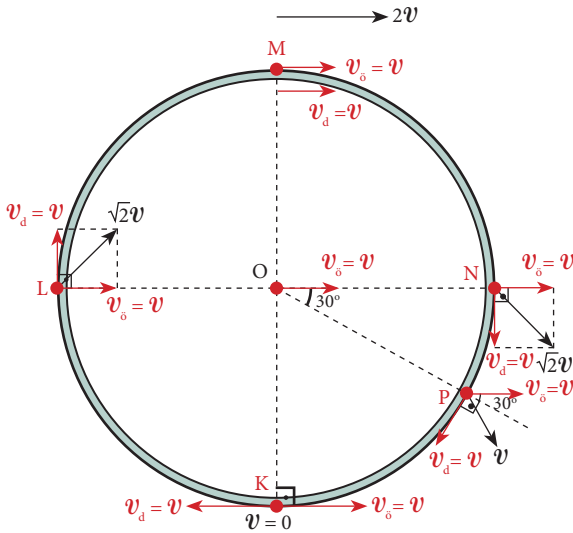
2. Yönerge



3. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir.

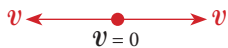
4. Yönerge



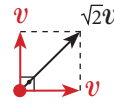
Çemberin merkezinin yere göre sadece öteleme hızının olduğu bilindiğine göre, $\vec{v}_o = \vec{v}$ dir. Çember yüzeyindeki noktaların öteleme hızı $\vec{v}_o$ çemberin merkezinin hızına eşittir. Her bir noktada dönme hızının ($\vec{v}_d$) büyüklüğü öteleme hızının ($\vec{v}_o$) büyüklüğüne eşittir. Bu noktaların yere göre anlık hızlarının büyüklüğü dönme ve öteleme hızlarının vektörel toplamına eşittir.

Buna göre;

K noktasının hızı:



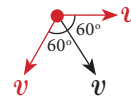
L noktasının hızı:



M noktasının hızı:



N noktasının hızı:



P noktasının hızı:



Nokta	Anlık hız
K	0
L	$\sqrt{2}v$
M	$2v$
N	$\sqrt{2}v$
P	v

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 39-42.

Etkinlik No.: 17

- 1) Dönme eksenini, yarıçapı ve kütle değerleri aynı olan küre ve silindir cisimlerin eylemsizlik momenti için kullanılan matematiksel modelleri birbirinden farklıdır. Bu durum eylemsizlik momentinin cismin geometrik şekliyle ilişkili olduğu anlamına gelir. Cisimlerin geometrik şekli ile ilişkilendirilen eylemsizlik momenti kavramı “Farklı geometrik şekilli cisimlerin dönmeye karşı gösterdiği direnç değişikliği gösterir.” şeklinde açıklanabilir.

Silindirlerin eylemsizlik momenti için kullanılan matematiksel modeli birbirinden farklı olmasından yararlanarak eylemsizlik momentinin aynı zamanda eksen ile ilişkili olduğu sonucuna varılır. Buna göre cisimlerin dönme eksenini ile ilişkilendirilen eylemsizlik momenti kavramı “Dönme ekseninin cismin farklı bir noktasından geçmesi sebebiyle cisimlerin dönmeye karşı gösterdiği direnç değerinde değişiklik gözlenir.” şeklinde açıklanabilir.

- 2) a) Şekil içeriğinde verilen eylemsizlik momenti matematiksel modellerine göre Şekil I'deki eksene göre eylemsizlik momenti daha büyüktür. Bu sebeple cismi Şekil I'deki eksene göre döndürmek, Şekil II'deki eksene göre döndürmekten daha zordur.
- b) Cismin eylemsizlik momenti değerinin hesaplanmasında kullanılan matematiksel modellerin farklı olmasının nedeni dönme ekseninin farklı bir noktadan geçmesidir.



CEVAP ANAHTARLARI

- 3) Sistemin Şekil I'deki dönme eksenine göre eylemsizlik momenti

$$I = m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2$$

$$I = 1 \cdot 0,5^2 + 2 \cdot 1,5^2$$

$$I = 4,75 \text{ kg}\cdot\text{m}^2 \text{ dir.}$$

Aynı sistemin farklı bir eksen de döndüğü Şekil II'de eylemsizlik momentinin daha az bir değere sahip olması beklenir. Bunun sebebi sistemin içinde 2 kg değerindeki cismin dönüş yörüngesine uzaklığının azalmasıdır.

- 4) Bu sorunun cevabı öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhemel cevaplardan biri şöyle olabilir:

Eylemsizlik momenti bir cismin dönmesi ile ilgili sistemlerin tasarımında ve bu sistemlerin kullanılmasında etkilidir. Bir cismin ya da sistemin eylemsizlik momentinin büyüklüğü için kullanılan matematiksel model, aynı zamanda sistemlerde cismin dönme eksenini ve cismin kütle dağılımını istenilen zorluk seviyesinde ayarlamayı da sağlar. Bir başka ifadeyle sistemin dönmelerini zorlaştırmak ya da daha yavaş dönmelerini sağlamak için kütlesi büyük değer olan bir cisim, eksen yarıçapı büyük bir çubukta döndürülebilir. Bu duruma ve günlük hayattaki durumları değerlendirmek için yol silindiri örnek olarak verilebilir. Yol silindirlerinin bir parçası olan tambur, içi boş silindir şeklindedir. Tamburun kütlesi oldukça büyük bir değer ve mümkün olan en uzak nokta üzerinde dağılmıştır. Tamburun kütlesinin fazla olması asfaltlara baskı yapmak için gereklidir. Ancak eylemsizlik momenti de büyük bir değerdedir. Tamburun iş makinesi içinde dönme eksenini merkezinden geçecek şekilde tasarlanması ve yatay olarak kullanılması eylemsizlik momentini azaltmak içindir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 43-45.

Etkinlik No.: 18

- 1) Sopa üzerindeki kütle dağılımı homojen değildir. Kalın uçtan tutarak savurmak ince uçtan tutarak savurmaya göre daha kolaydır. Sebebi ise kalın uçtaki kütle miktarının dönme eksenine daha yakın olması ve bu durumda ince uca göre eylemsizlik momentinin daha az olmasıdır. Sopyayı b ekseninden tutarak savurmak daha kolaydır.

a ekseninden döndürülen sopanın üzerindeki tüm noktalar aynı açısal hız ile döner fakat bu noktaların çizgisel hızı ince uçtan kalın uca doğru artar. Sopyayı döndürme sırasında oluşan çizgisel hızın sopadan daha az bir kütleye sahip beyzbol topuna aktarılması (çizgisel momentum) topun daha fazla hız kazanmasına neden olur. Bu da topun daha hızlı çıkışı yapmasını ve menzili uzaklığının artmasını sağlar.

- 2) Sporcu sağ bacağı üzerinde durarak sol ayağını kaldırmamasının amacı, merkezi sağ bacak olan bir dönüş eksenini oluşturmak. T şeklindeki kütlesinin büyük kısmı dönme eksenine uzaktır. Dönerek güllü atma anına ulaşana kadar kütlesinin büyük kısmını dönme eksenine yaklaştırarak eylemsizlik momentini azaltır.

Sporcunun güllü geniş açı yapmak için kullandığı kol ile fırlattığında güllenin dönmeye karşı göstereceği zorluğu yani eylemsizlik momentini artırır. Bu da atıcının 180 derecelik dönüşte daha fazla gayret etmesini gerektirir. Başka bir deyişle atıcının güllü fırlatmak için yeterli gücü elde edememesine ya da kısa mesafeye fırlatılmasına neden olabilir. Atıcı güllü boynunda tutarak dönüşü kolay bir eylem gerçekleştirmiş olur.

- 3) Bir cismin eylemsizlik momenti hesaplanırken cisim üzerindeki her bir noktada bulunan kütlelerin dönme eksenine uzaklıkları ayrı ayrı dikkate alınarak hesaplanır. Bu kütlelerin dönme eksenine uzaklığı farklı olması sebebiyle her birinin eylemsizlik momenti değerleri de farklıdır. Eylemsizlik momenti bunlar arasından dönme eksenine yakın olanlarda küçük, uzak olanlarda büyük değerdedir. Bu durum Şekil II'deki gibi bir cismin eylemsizlik momentinin, dönme eksenine yakın olan kütlelerin eylemsizlik momentinin küçük olması sebebiyle daha küçük bir değer elde edilmesine sebep olur. Bir başka deyişle Şekil I'deki cismin Şekil II'deki cisme göre eylemsizlik momentinin büyük olması kütlesinin tamamının dönme eksenine göre r yarıçaplı yörüngede dönmeye bağlıdır. Şekil II'deki cismin ise kütlelerinin her biri dönme eksenine farklı uzaklıklarda bulunur. Bu da eylemsizlik momentlerinin farklı ve küçük olmasını sağlar.

Dünya'nın küresel, Ay'ın ise Dünya'nın merkez olduğu çembersel bir yörüngede döndüğü kabul edilerek eylemsizlik momenti hesaplamaları sorudaki duruma benzetilerek kullanılabilir. Dünya'nın eylemsizlik momenti kütlelerinin her biri dönme eksenine farklı uzaklıklarda bulunduğu için $I = \frac{2}{5} m \cdot r^2$, Ay'ın eylemsizlik momenti, kütlesinin tamamı yarıçapı r olan bir yörüngede dolandığı için $I = m \cdot r^2$ şeklindeki matematiksel modeller kullanılarak hesaplanabilir.

- 4) Sistem içinde dönmeye maruz bırakılacak elastik bir malzemenin dönmeye karşı gösterdiği direnç bu malzemenin kullanımı için önemli bir etkidir. Yeterli direnci göstermeyen malzemede kırılma ya da gereğinden fazla esneme oluşabilir. Bu malzemelerin elastikiyeti çeşitli doğrultularda dönme eksenleri oluşturarak ölçülebilir. Bu ölçümler yaşanabilecek bir problem ile ilgili tahmin oluşturulmasında kullanılabilir.

- 5) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhemel cevaplardan biri şöyle olabilir:

İnşaat mühendisleri yapıların elastik özelliklerinin belirlenmesinde eylemsizlik momentini kullanır. Bunun dışında çamaşır makinesinde bulunan metal silindirin kalınlığının ve dönme ekseninin, araç lastiklerinin dönmeye karşı gösterdiği direncin belirlenmesi gibi durumlar için de eylemsizlik momenti kullanılır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 43-45.

Etkinlik No.: 19

- 1) Doğadaki tüm cisimler, var olan durumlarını koruma eğilimindedir. Platform üzerinde duran çocuklar durmaya devam etmek isterken hareket hâlindeki çocuklar da hareketini sürdürmek ister. Hareket durumları bir etkiyle değiştirilmek istendiğinde bu değişikliğe karşı direnç oluşur ve çocuklar dengeğini kaybedip ileri geri hareket ederler. Cisimlerin hareket durumunu koruma isteği eylemsizliği meydana getirir.

Çocuklar döner platformun kenarında iken dönme eksenine olan uzaklık en büyük değerini alır. Uzaklığın artması, diskte oluşan eylemsizlik momentinin büyümesine ve diskin açısal hızının küçülmesine sebep olur. Bu durumda disk daha yavaş döner. Çocuklar dönme eksenine yaklaştıkça uzaklık azalacak ve eylemsizlik momenti küçülecektir. Açısal hızı artan döner platform daha hızlı dönecektir. Çocukların bu oyuncaktaki hareketleri eylemsizlik momenti olayına örnek olmuştur.

CEVAP ANAHTARLARI

- 2) Merkezinden geçen düşey eksen etrafında döndürülen içi dolu silindirin içindeki r_1 ve r_2 yarıçaplı dairelerin üzerinde bulunan m_1 ve m_2 kütleli iki noktanın toplam kinetik enerjisi

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v^2$$

$$v = \omega \cdot r \text{ yazarsak}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m_1 \cdot \omega^2 \cdot r_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot \omega^2 \cdot r_2^2$$

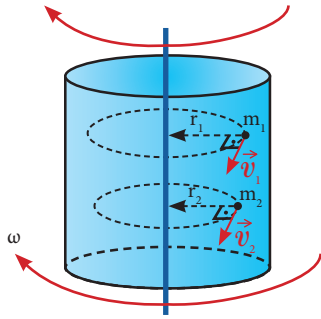
$$E_k = \frac{1}{2} \omega^2 \cdot (m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2)$$

Buna göre bir parçacık için $I = m \cdot r^2$ matematiksel modeline ulaşabiliriz. Silindirin eylemsizlik momentinin matematiksel modeli ise silindiri oluşturan her bir parçacığın dönme eksenine göre eylemsizlik momentlerinin toplamına eşit olur.

I = Eylemsizlik momenti

m = Kütle

r = Dönme eksenine uzaklık



- 3) Çocuklar platformun dönme noktasına yaklaştıkça yani dönme noktasına olan uzaklık küçüldükçe eylemsizlik momenti küçülür. Eylemsizlik momentinin küçülmesi dönmeye karşı olan direncin azaldığını gösterir. Bu durumda döner platformun hızı artmıştır. Şekil I'deki durumda eylemsizlik momenti en büyük olup döner platformun dönüş hızı en küçüktür. Şekil III'te ise eylemsizlik momenti en küçük olup döner platformun dönüş hızı en büyüktür.

$$I_1 > I_2 > I_3$$

$$V_3 > V_2 > V_1$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 43-46.

Etkinlik No.: 20

- 1) a) A diskinin sahip olduğu toplam kinetik enerji, eylemsizlik momenti ve açısal hızı bağlıdır. B diskinin sahip olduğu toplam kinetik enerji ise kütle, çizgisel hız, açısal hız ve eylemsizlik momenti büyüklüklerine bağlıdır.

$$A \text{ diskinin dönme kinetik enerjisi } E_k = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \text{ olur.}$$

$$B \text{ diski dönerek öteleme hareketi yaptığı için toplam kinetik enerjisi } E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \text{ olur.}$$

- b) A diski için eylemsizlik momenti ve açısal hız; B diski için açısal hız, eylemsizlik momenti, kütle ve çizgisel hız büyüklükleri ayrı ayrı ya da birlikte arttırıldığında A ve B disklerinin toplam kinetik enerjisi artar. Frekansları arttırıldığında A diskinin açısal hızı, B diskinin açısal hızı ve çizgisel hızı artacağından her iki diskin kinetik enerji değerleri de artar.

- 2) A silindirin dönme kinetik enerjisi

$$E_A = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} 2m \cdot r^2 \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

B silindirin dönme kinetik enerjisi

$$E_B = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2 \text{ olduğundan } E_A = E_B \text{ olur.}$$

- 3) A tekerleği sadece öteleme hareketi yaptığı için kinetik enerji ifadesi $E_k = E_{\text{öteleme}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ dir. A tekerleğinin kinetik enerjisi kütle ve öteleme hızına bağlıdır.

B tekerleği öteleme ve dönme hareketi yaptığından toplam kinetik enerji ifadesi

$$E_k = E_{\text{öteleme}} + E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \text{ olur.}$$

B tekerleğinin toplam kinetik enerjisi kütleline, çizgisel hızına, eylemsizlik momentine ve açısal hızına bağlıdır.

- 4) Tekerlekleri durduracak fren sisteminde açığa çıkan ısı her bir tekerleğin sahip olduğu toplam kinetik enerji değeridir. Tekerleklerin kütle ve çizgisel hızları aynı olduğundan öteleme kinetik enerjileri aynı büyüklüktedir. Dönme kinetik enerjisinin $E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$ ve eylemsizlik modelinin

$I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$ matematiksel modelleri dikkate alındığında dönme kinetik enerjilerinin de eşit büyüklükte olduğu bulunur. Bu durumda A ve B tekerleklerini durduracak fren sisteminde açığa çıkan ısı enerjileri de eşit olur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 46-47.

Etkinlik No.: 21

- 1) A silindirin dönme kinetik enerjisi

$$E_D = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2 = \frac{1}{4} m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

B silindirin dönme kinetik enerjisi

$$E_D = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m \cdot (2r)^2 \cdot \omega^2 = m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

olduğuna göre B silindirin dönme kinetik enerjisi, A silindirin dönme kinetik enerjisinin dört katıdır.

- 2) Disk üzerindeki A parçası, B parçasına göre diskin merkezine daha yakındır. Dönme kinetik enerjisi $E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$ matematiksel modelinde yer alan eylemsizlik momenti, dönme kinetik enerjisi ile doğru orantılıdır. Eylemsizlik momentinin matematiksel modeli incelendiğinde ($I = \frac{1}{2} m \cdot r^2$) yarıçap ile de doğru orantılı olduğu görülür. Dolayısıyla B parçasının dönme kinetik enerjisi, A parçasının dönme kinetik enerjisinden büyüktür.

- 3) Bowling topu öteleme ve dönme hareketi yaptığından toplam kinetik enerji ifadesi

$$E_{\text{toplam}} = E_{\text{öteleme}} + E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \text{ dir.}$$

Bowling topunun toplam kinetik enerjisi; kütleline, çizgisel hızına, eylemsizlik momentine ve açısal hızına bağlıdır. Kukalara daha büyük bir enerji ile çarpması için bowling topunun kütlesi, çizgisel hızı, yarıçapı ve açısal hız değişkenleri ayrı ayrı ya da birlikte arttırılırsa toplam kinetik enerjisi de artar.

- 4) a) Kürelerin sürtümlü bölgeye gelene kadar yaptıkları hareketin türü öteleme hareketidir. Küreler sürtümlü bölgeye geçtikten sonra hem öteleme hem de dönme hareketi yapmaktadır.

- b) X küresi B noktasına gelinece kadar 3 tur, Y küresi 1 tur döndüğünden X küresinin açısal hızı Y küresinin açısal hızının 3 katıdır.

X küresi için dönme kinetik enerjisi

$$E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m \cdot r^2 \cdot 2 = \frac{4}{5} m \cdot r^2$$

Y küresi için dönme kinetik enerjisi

$$E_{\text{dönme}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m \cdot (2r)^2 \cdot 1^2 = \frac{4}{5} m \cdot r^2 \text{ olduğundan kürelerin dönme kinetik enerjileri eşittir.}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 46-47.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 22

$$\begin{aligned} ① \quad E_{\text{Öteleme}} &= \frac{1}{2} m \cdot v^2 & v &= \omega \cdot r \\ &= \frac{1}{2} m \cdot \omega^2 \cdot r^2 \\ &= \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2 & m \cdot r^2 &= I \text{ yazılırsa} \\ E_{\text{Dönme}} &= \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

② Dönme kinetik enerjisi $E_{\text{Dönme}} = \frac{1}{2} m \cdot r^2 \cdot \omega^2$ şeklinde yazılırsa cismin kütesine, açısal hızına ve yarıçapının karesine bağlı olduğu görülür. Buna göre çekicinin kütesini, hızını ya da yarıçapını artırıp azaltmak dönme kinetik enerjisini de etkileyecektir.

③ Sadece öteleme yapan topun sahip olduğu kinetik enerji, öteleme kinetik enerjisidir. Dönerek öteleme yapan top ise hem dönme hem de öteleme kinetik enerjisine sahip olacağı için kalecinin dönerek ötelenen topu yakalaması daha zordur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 46-47.

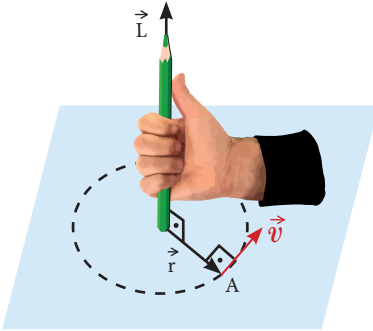
Etkinlik No.: 23

① Dönen cisimler açısal momentuma sahiptir. K cismin ipin bağlı olduğu nokta, çark ise O noktası etrafında dönmektedir. Buna göre K cismi ile çark açısal momentuma sahiptir. Tenis topu ise sadece öteleme hareketi yaptığından çizgisel momentuma sahiptir.

K cisminin açısal momentumunun büyüklüğü, K cismi düşey doğrultuya inerken hızlandığı için sürekli artar; düşey doğrultuyu geçtikten sonra yukarıya doğru çıkarken yavaşladığı için sürekli azalır.

② a) Buz patencisi, x doğrultusunda öteleme hareketi yaparken sadece çizgisel momentuma sahiptir. Direk çevresinde çembersel bir yol üzerinde dönerken hem öteleme hem de dönme hareketi yaptığından hem çizgisel hem de açısal momentuma sahip olur.

b) Açısal momentumun yönü, kuvvetin bir cismin üzerinde oluşturduğu torkta olduğu gibi sağ el kuralı ile belirlenmektedir. Buna göre sağ elin dört parmağı dönme yönünü gösterirken dört parmağa dik olarak tutulan başparmak açısal momentumun yönünü gösterir.

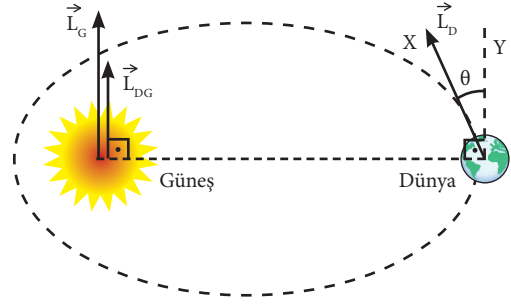


Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 49.

Etkinlik No.: 24

1. Yönerge

① Güneş ve Dünya'nın kendi eksenleri etrafında dönmesi ve Dünya'nın Güneş etrafında dönmesi sebebiyle üç açısal momentum oluşur. Bu açısal momentumlar sırasıyla $\vec{L}_G$, $\vec{L}_D$ ve $\vec{L}_{DG}$ olarak alınırsa sağ el kuralına göre açısal momentumlar şekildeki gibi gösterilir.



② Uydular bağlı oldukları gezegenlerin, gezegenler bağlı oldukları yıldızların çevresinde dönmektedir. Galaksileri oluşturan yıldız ve diğer gök cisimleri, bulundukları galaksinin merkezi çevresinde dönmektedir. Dönen tüm cisimlerin açısal momentumu olduğuna göre doğal ve yapay uydu, gezegen, yıldız ve galaksilerin de açısal momentumları vardır.

2. Yönerge

① Atomun ve Güneş sisteminin yapısı birbirine benzer. Çünkü Güneş'e benzetebileceğimiz atom çekirdeği kendi etraflarında dönerken gezegenlere benzetebileceğimiz elektronlar da hem kendi hem de bağlı oldukları çekirdek etrafında dönmektedir. Buna göre açısal momentum atomik boyutlarda da bulunabilen fiziksel bir niceliktir.

② Belirli katmanlarda ve belirli hızla dönüyor olması elektronların yörüngeye bağlı açısal momentumlarının sadece belli değerlere sahip olacağını göstermektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 49.

Etkinlik No.: 25

① Açısal momentumun büyüklüğü ile çizgisel momentumunun büyüklüğü arasındaki ilişki $L = P \cdot r$ şeklinde yazılabilir. Çizgisel momentum büyüklüğü, $P = m \cdot v$ değeri yerine yazıldığında $L = m \cdot v \cdot r$ matematiksel modeli elde edilmiş olur.

Çizgisel hız ile açısal hız arasındaki $v = \omega \cdot r$ bağıntısı açısal momentum matematiksel modelinde yerine yazılırsa $L = m \cdot \omega \cdot r \cdot r = m \cdot \omega \cdot r^2$ matematiksel modeli elde edilir.

Cismin sahip olduğu açısal momentumunun yönünü bulmak için sağ el kuralına göre cismin açısal momentumunun yönü sayfa düzlemine dik ve dışa (z yönüne) doğrudur (●). Çizgisel momentum ise anlık hız ile aynı yöndedir.

② a) A küresinin ve B silindirin açısal momentumları sırasıyla $L_A = m \cdot \omega \cdot (2r)^2 = m \cdot \omega \cdot 4r^2$, $L_B = 2m \cdot 2\omega \cdot r^2$ şeklinde bulunur. Bulunan açısal momentumlar oranlandığında

$$\frac{L_A}{L_B} m \cdot \omega \cdot \frac{4r^2}{2m} \cdot 2\omega \cdot r^2 = 1 \text{ sonucuna ulaşılır.}$$

b) Sağ el kuralına göre kürenin açısal momentumunun yönü koordinat sistemine göre (+y), silindire ait açısal momentumunun yönü (-x) yönündedir.



CEVAP ANAHTARLARI

- 3 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

Birinci deneme: Testi, ısı kaynağının merkez olduğu düzgün çembersel hareket ediyor ise platformun çizgisel hızı küçük değerde olması ve testi yüzeyinin bazı kısımlarına farklı oranda ısının gelmesi, testinin her bölgesinin aynı kalitede olmasını sebep olmuş olabilir. Çizgisel hızın küçük olması çizgisel momentumun ve açısal momentumun küçük olmasına yol açar. Ya da testinin her yeri eşit kalınlıkta olmayabilir.

İkinci deneme: Testi, ısı kaynağı etrafında elips bir yörüngede dönüyor olabilir. Bu durumda testinin açısal momentumu ısı kaynağına yakın olduğu zamanlarda küçük, uzak olduğu zamanlarda büyük olmuş olur. Ya da testi, ısı kaynağının merkez olduğu düzgün çembersel hareket ediyor ise ısı kaynağının enerjisi testiye yüksek gelmiş olabilir. Testi ısı kaynağının merkez olduğu düzgün çembersel hareket ediyor olmasına rağmen ideal uzaklıkta olmayabilir.

Testinin uygun fırınlanması için platformun ısı kaynağına uygun uzaklıkta olması gerekir. Platform ve ısı kaynağı etrafında dönen düzeneğin uygun açısal ve çizgisel momentumlarla hareket etmesi gerekir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 49-51.

Etkinlik No.: 26

- 1 a) Sağ el kuralına göre A dişlisinin açısal momentum yönü sayfa düzlemine dik dışa doğrudur ($\cdot$). B dişlisinin açısal momentum yönü ise sayfa düzlemine dik ve içe doğrudur (X). Birbirine bağlı dişliler, birim zamanda çembersel yay üzerinde eşit uzunlukta mesafeler katettiği için aynı çizgisel hız büyüklüğü ile hareket eder. Buna göre A ve B dişlilerinin çizgisel hız büyüklükleri eşittir.

Açısal momentum büyüklüğü $L = m \cdot v \cdot r$ matematiksel modeli ile bulunur.

$$L_A = m \cdot v \cdot r, L_B = m \cdot v \cdot 2r, \frac{L_A}{L_B} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$

- b) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

Araçların vites aktarma sistemlerinde dişlilerden kaynaklanan problemler genellikle sürtünme sebebiyle oluşan dişli yıpranmalarıdır. Küçük dişliler büyük dişlilere göre daha büyük açısal hızlarla döndükleri için yıpranmaları daha fazla olur.

Dişlilere sahip vites aktarma sistemlerinin verimli çalışması için sürtünmeyi azaltacak önlemler alınmalıdır. Vites aktarma sistemleri yağlanarak sürtünme azaltılabilir. Yağ seviyesi uzman kişilerce periyodik olarak kontrol edilmelidir.

- 2 A ve B cisimlerinin çizgisel momentumları eşit olduğundan çizgisel hızları eşittir. A ve B cisimlerinin açısal momentumları eşit olduğundan açısal hızları ile cisimlere ait yarıçaplarının çarpımı da eşit olur.
- 3 A ve B cisimleri eş merkezli oldukları için açısal hız büyüklükleri eşittir. B cisminin sahip olduğu çizgisel hız, A cisminin sahip olduğu çizgisel hızdan büyüktür. B cisminin merkeze olan uzaklığı daha fazla ve çizgisel hızı daha büyük olduğu için açısal momentum büyüklüğü de A cisminin sahip olduğu açısal momentum büyüklüğünden daha fazladır.

- 4 Kasnaklar üzerindeki merkeze en uzak olan noktaların çizgisel hızlarının büyüklükleri, cisimlerin d_2 hizasından geçtikleri anda sahip oldukları çizgisel hızlarının büyüklüklerine eşittir. Cisimler özdeş olduğundan kasnaklar üzerindeki merkeze en uzak noktaların çizgisel hızları birbirine eşittir.

Cisimler d_2 hizasından geçtikleri anda yarıçapı küçük olan kasnak daha büyük açısal hız ile dönecektir. Bu durumda r yarıçaplı kasnak, en büyük açısal hız değerine sahipken $4r$ yarıçaplı kasnak, en küçük açısal hız değerine sahiptir. Buna göre kasnakların açısal hızları arasındaki ilişki $\omega_1 > \omega_{2r} > \omega_{3r} > \omega_{4r}$ olur.

Cisimler d_2 hizasından geçerken sahip oldukları çizgisel momentumları $P = m \cdot v$ 'dir. Cisimler bu momentumlarını kasnaklara aktardığında kasnaklar dönme hareketi yaparak açısal momentum kazanırlar. Kasnakların kazandıkları açısal momentumun büyüklüğü $L = P \cdot r = m \cdot v \cdot r$ matematiksel modeli ile ifade edilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 49-51.

Etkinlik No.: 27

3. Yönerge

- 1 1. öğrencinin hızı, 2. öğrencinin hızının iki katıdır.
- 2 1 ve 2. öğrencinin, O noktasına olan uzunlukları yarıçap vektörü $\vec{r}$ 'dir.
 $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ olup açısal momentumu verir.
- 3 Açısal momentumun yönünü verir. Açısal hızın yönü de açısal momentumun yönüyle aynıdır.
- 4 Birbirlerine diktir.
- 5 Açısal momentumun matematiksel modeli
 $L = m \cdot r^2 \cdot \omega$ olduğundan
1. öğrenci açısal momentumu
 $L_1 = m \cdot r^2 \cdot \omega = m \cdot 2^2 \cdot \omega = 4m \cdot \omega$
2. öğrenci açısal momentumu
 $L_2 = m \cdot r^2 \cdot \omega = m \cdot 1^2 \cdot \omega = m \cdot \omega$ olur.
Buna göre $L_1 = 4L_2$ olur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 49-51.

Etkinlik No.: 28

- 1 A konumu B konumu
-

- 2 a) Açısal momentum:
 $L = P \cdot r = m \cdot v \cdot r = 12 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^2 \cdot 9 \cdot 10^2 = 324 \cdot 10^7 \text{ kg.m/s}^2$
Açısal hız:
 $v = \omega \cdot r \Rightarrow 300 = \omega \cdot 900 \Rightarrow \omega = \frac{1}{3} \text{ rad/s}$
Eylemsizlik momenti:
 $L = I \cdot \omega \Rightarrow 324 \cdot 10^7 = I \cdot \frac{1}{3}$
 $I = 972 \cdot 10^7 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ olarak bulunur.

CEVAP ANAHTARLARI

b) Uçağın A konumundan itibaren 3 s'de taradığı açı

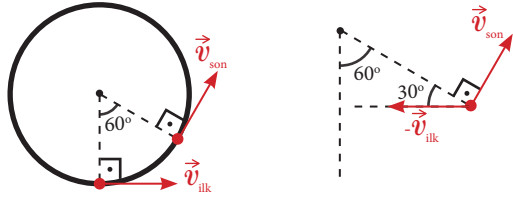
$$\theta = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \text{ bağıntısı kullanılarak bulunabilir.}$$

Uçağın periyodu

$$\theta = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \Rightarrow 300 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 900}{T} \Rightarrow T = 18 \text{ s olur.}$$

Periyot bilgisinden yararlanılarak "uçak 18 s'de 360° tarıyor- sa 3 s'de 60° tarar" sonucuna ulaşılır.

Uçağın yeni konumuna göre çizgisel ivmesini bulmakta kullanılacak $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ bağıntısı için öncelikle Δv hesaplanmalıdır. Aşağıdaki $\Delta v = \vec{v}_{\text{son}} - \vec{v}_{\text{ilk}}$ vektörel gösterimi incelendiğinde uçağın ilk ve son konumlarındaki hızları $-V_{\text{ilk}}$ ve V_{son} arasında 120° olduğu görülür. Bu durumda hız değişimi, vektörel işlem sonucu 300 m/s olarak bulunur.



Bu durumda çizgisel ivme

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{300}{3} \Rightarrow a = 100 \text{ m/s}^2 \text{ olur.}$$

c) F-16 uçağının açısal hızında bir değişme olmadığı için açısal ivmesinden söz edilemez.

3 a) Oluşan tork, kuvvetin eksen merkezine uzaklığı ile ilişkilendirildiğinde $\tau = F \cdot r = 15 \cdot 10^5 \cdot 900 = 135 \cdot 10^7 \text{ N.m}$ bulunur.

b) $\tau = F \cdot r$ ve Newton'ın İkinci Yasası olan $F = m \cdot a$ bağıntıları uygun şekilde birleştirildiğinde

$$\tau = F \cdot r = m \cdot a \cdot r = m \cdot \alpha \cdot r \cdot r = m \cdot \alpha \cdot r^2 = I \cdot \alpha \text{ elde edilir.}$$

Torkun eylemsizlik momenti ve açısal ivme kavramlarına bağlı değeri için öncelikle açısal ivme hesaplanmalıdır.

$$\text{Açısal ivme } \alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{5}{6} = \frac{5}{36} \text{ rad/s}^2 \text{ dir.}$$

Oluşan tork, eylemsizlik momenti ve açısal ivme kavramları ile ilişkilendirildiğinde

$$\tau = I \cdot \alpha = 972 \cdot 10^7 \cdot \frac{5}{36} = 135 \cdot 10^7 \text{ N.m değeri eylemsizlik momenti ve açısal ivme birimleri cinsinden elde edilir.}$$

c) Tork sonuçları karşılaştırıldığında aynı sonucun elde edildiği görülür. Bu da τ ve $I \cdot \alpha$ arasında bir benzerlik olduğunu, kapı ya da pencere gibi bir eksen üzerinde bulunan cisimlerin kuvvet uygulandığında neden eksen etrafında dönme eğiliminde olduğunu açıklar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 51-53.

Etkinlik No.: 29

3. Yönerge

1 Açısal momentum

$L = P \cdot r = m \cdot v \cdot r = m \cdot \omega \cdot r \cdot r = m \cdot r^2 \cdot \omega = I \cdot \omega$ ifadesi ile bulunur. Burada I eylemsizlik momenti olup $I = m \cdot r^2$ dir. Açısal momentumun yönü sağ el kuralı ile bulunur. Dört parmak dönme yönünde tutulunca başparmak açısal momentumun yönünü gösterir.

2 Açısal momentum dışarıdan sisteme bir kuvvet uygulanmaz ise korunumludur. Başlangıçta açısal momentum sıfır olduğu için dönme sonrasında sıfır olmalıdır. Kendini oluşturan açısal momentuma eşit büyüklükte zıt yönlü bir açısal momentum oluşturur. Bu yüzden teker saat ibresi yönünde dönerken öğretmen saat yönünün tersine döner.

3 Açısal momentumu dışarıdan uygulanan kuvvetin etkisi oluşturur. Bu sebepten tekerin ve öğretmenin dönme yönü aynı olur.

4 Dışarıdan bir kuvvetin etkisiyle dönme gerçekleştirilirse açısal momentum korunmaz. Teker ve öğretmenin aynı yönde dönmesinin sebebi, öğretmenin elindeki tekerin dışarıdan kuvvet uygulanarak döndürülmesi olarak açıklanabilir.

5 Tork, dönen cisimlerin açısal momentumunda değişiklik meydana geldiğinde oluşur. Diskin yüksek hızla çevrilmesi sonucunda oluşan tork, dönen diske yer çekimi kuvvetine zıt yönde bir etki yapar. Düzenegi sap kısmından tutup yatay vaziyette havaya kaldıran kişi de yine bu torkun etkisi sonucu kendi ek-seni etrafında dönmek durumundadır. Eğer düzenegi dönmekten kaldırmaya çalışır ise bu kişinin bileği dönerek kırılabilir. Konu hakkında daha ayrıntılı bilgi için aşağıda bağlantısı verilen videoyu izleyebilirsiniz:

<https://www.eba.gov.tr/videoizle/fizik-deneyleri/99607bd4e5a-7135e44b7aaa94041b48c59e2181ed6001>

$$6 \tau = F \cdot r = (m \cdot a) \cdot r = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot r = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

(Açısal momentumun birim zamandaki değişimi tork ifadesini verir.)

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 51-53.

Etkinlik No.: 30

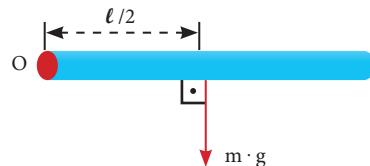
1 a) Çizgisel hız Şekil I'de dönme eksenine dik olarak, Şekil II'de ise belli bir açı ile verilmiştir. Bu nedenle Şekil II'deki çizgisel hızın eksene olan dik bileşeni, Şekil I'deki dik olan çizgisel hızdan daha küçük değerde olur. $v = \omega \cdot r$ matematiksel modeline eksen yarıçapı eşit olması sebebiyle açısal hız, çizgisel hız ile doğru orantılıdır. Bu durumda şekillerdeki açısal hızlar arasında $\omega_{\text{Şekil I}} > \omega_{\text{Şekil II}}$ ilişkisi olur. Eylemsizlik momentinin büyüklüğü, aynı çubuk kullanıldığı için her iki şekilde de eşittir. Açısal momentumun büyüklüğü için kullanılan $L = I \cdot \omega$ matematiksel model incelendiğinde Şekil I ve Şekil II'de çubuğun açısal momentumları arasındaki ilişkisi $L_{\text{Şekil I}} > L_{\text{Şekil II}}$ şeklinde yazılır.

b) Çubuğun her iki şekilde de açısal momentumlarının eşit olması için

► Çizgisel hız değeri Şekil I'de azaltılabilir ya da Şekil II'de artırılabilir.

► Şekil II'de çubuğun çizgisel hız büyüklüğü değiştirilmeden dönme eksenine dik olacak şekilde döndürülebilir.

2 a) Çubuğa menteşeden geçen eksene göre torka katkıda bulunan kuvvet $m \cdot g$ büyüklüğünde çekim kuvvetidir. Bu kuvvet çubuğun merkezinde, dönme eksenine dik ve menteşeye $\ell/2$ uzaklıktadır. Menteşenin çubuğa uyguladığı kuvvetin torku ise sıfırdır.



b) Çubuğa etki eden tork büyüklüğü kullanılarak çubuğun ilk açısal ivmesi

$$\tau = F \cdot d = I \cdot \alpha \text{ eşitliği yazılarak}$$

$$m \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} = \frac{1}{3} \cdot m \cdot \ell^2 \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{3g}{2\ell} \text{ olarak bulunur.}$$



CEVAP ANAHTARLARI

- c) Açısal ivme için bulunan $\alpha = \frac{3g}{2l}$ değeri, çubuk üzerindeki tüm noktaların açısal ivme değeridir.

Çizgisel ivme ile açısal ivme arasındaki ilişkiyi veren matematiksel model $a = \alpha \cdot r$ şeklindedir. Ayrıca çubuğun sağ ucu orta noktasına göre menteşeye daha uzaktır. Bu sebeple sağ uç ve orta noktanın çizgisel ivmeleri arasında $a_{uc} > a_{orta}$ ilişkisi vardır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 51-53.

Etkinlik No.: 31

- 1) Sandalye dönerken kollar açık vaziyette iken dönme hızı küçük, kollar kapalıyken dönme hızı büyüktür.
- 2) Dönme hızındaki değişikliklerin sebebi açısal momentumun korunumu gereğidir. Kollar açıkken dönme eksenine uzakta olan kütlelerin bir kısmı kollar kapalıyken daha yakın olacağından eylemsizlik momenti küçülür ve açısal momentumun korunumu gereği açısal hız artar.
- 3) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap: Buz pateni yapan bir sporcu, kendi eksenine etrafında dönerken açık pozisyonundaki kollarını bedenine çekerek dönme hızını artırır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 54-56.

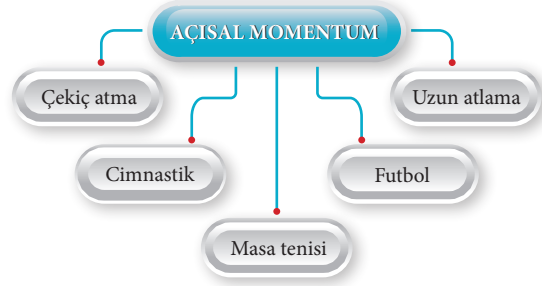
Etkinlik No.: 32

- 1) Sporcuların takla atarken dizlerini vücutlarına çekmelerinin nedeni eylemsizlik momentlerini küçültmek istemeleridir. Eylemsizlik momenti küçüldüğünde açısal momentum korunacağından açısal hız artar ($L = I \cdot \omega$). Dönme hızı artan sporcunun havadaki takla sayısı artmış olur.
- 2) Buz patencisi dönme hareketine gerekli torku sağlamak için birinci ve ikinci görseldeki pozisyonları almıştır. Buz patencisi kendi eksenine etrafındaki dönüş hızını artırmak için üçüncü görseldeki pozisyonu almıştır. Buz patencisini amacına ulaştıran kollarını ve bacaklarını dönme eksenine yakın olacak şekilde çekmesidir. Böylelikle sporcunun eylemsizlik momenti küçülmüş olur. Eylemsizlik momenti küçülen sporcunun açısal momentumun korunumu gereği açısal hızı artar.
- 3) Dünya Güneş'e yaklaştığında eylemsizlik momenti küçülür ($I = m \cdot r^2$). Açısal momentumun korunumu gereği açısal hızı artar. Dünya Güneş'ten uzaklaştığında ise eylemsizlik momenti büyür ve açısal momentumun korunumu gereği açısal hızı azalır.
- 4) Öğrencilerin cevaplarına göre farklılık gösterebilir. Muhtemel cevap:
 - a) Döner sandalye ve ekseninden geçen bir mil etrafında dönen bisiklet tekeri ile taklit edilebilir. Dönme ekseninden tutularak düşey düzlemde döndürülen bisiklet tekerleği ile döner sandalyeye oturulur. Bisiklet tekeri düşey pozisyonda hızlıca çevrilerek yatay pozisyona getirilir. Döner sandalyenin tekerin tersi yönünde döndüğü görülür.
 - b) Haberleşme uyduları kendi etraflarında dönme hareketlerinde bulunamazsa haberleşmede, uyduların tahmin raporlarında ve navigasyon hizmetlerinde aksaklıklar meydana gelir; hayat olumsuz etkilenir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 54-56.

Etkinlik No.: 33

- 1) Sporcu ilk atlama sırasında kollarını ve gövdesini hızlı bir şekilde öne doğru bükerek ve böylece açısal hızını artırmak için eylemsizlik momentini azaltır. Suya dalış anında ise kollarını öne uzatarak ve dik dalış yaparak bir basınç oluşturur ve suyun yüzey gerilimini bozar. Bunu yapabilmesi için eylemsizlik momentini artırıp açısal hızını azaltması gerekir.
- 2) Sporcunun dönüş yaparken kol ve bacaklarını kapatması eylemsizlik momentini azaltmakta, açısal hızını artırmaktadır. Sporcu, açısal hızını azaltmak için eylemsizlik momentini artırmalıdır. Bunun için de kollarını ve bir bacağı yanlara doğru açabilir.
- 3) Dönme hareketi yapan sporcu, ellerinde ağırlık varken kollarını ve bacağı kapatırsa eylemsizlik momenti ellerinde ağırlık olmadığı duruma göre daha çok azalacak ve sporcunun daha büyük bir açısal hızla dönmesini sağlayacaktır.
- 4) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap:



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 54-56.

Etkinlik No.: 34

- 1) Newton'ın, Birinci Kanunu cisimlerin hareket durumunun değiştirilmeye karşı gösterdiği direnç olan eylemsizliktir. Hareket durumu ise hız ile belirtilir. Cismin üzerine etki eden net kuvvet sıfırsa cisim duruyorsa durmaya, sabit hızla gidiyorsa aynı sabit hızla ve aynı yönde sonsuza kadar gitmeye devam eder. Bu durum Ay için düşünüldüğünde Ay'ın doğrusal yörüngede hareket etmesini gerektirir. Newton Ay'ın yaklaşık dairesel bir yörüngede hareket etmesini net bir kuvvetin etki etmesi sonucunda gerçekleştiği kanısına varmıştır.
- 2) Ay'ın yörüngesinde dolanmasını sağlayan kuvvet (F_g) ile gök cisimleri, ağaçtaki bir elmanın yere düşmesine neden olan kuvvet ile gezegen ve üzerindeki cisimler arasındaki kütle çekim kuvveti ($m \cdot g$) kastedilmiştir. Bu nedenle farklı şekillerde ifade edilebilen kütle çekim kuvvetleri arasında

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = m \cdot g \text{ yazılabilir.}$$
- 3) Kütle çekim kuvvetinin ve elektriksel kuvvetin matematiksel modelleri sırasıyla $F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ ve $F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ olur. Kütle çekim kuvvetinin cisimlerin kütlelerinin çarpımıyla doğru orantılı olduğu elektriksel kuvvetin ise cisimlerin yüklerinin çarpımıyla doğru orantılı olduğu görülür. Ayrıca kütle çekim kuvvetinin cisimler arasındaki uzaklığın, elektriksel kuvvetin yükler arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğu görülür.

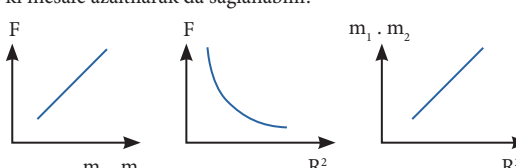
CEVAP ANAHTARLARI

- 4) a) Bu deneyde etkili olan kuvvet ve özellikler aşağıda madde hâlinde verilmiştir:
- M ve m kütleli kurşun toplar arasında kütle çekim kuvveti,
 - Kütle çekim kuvvetinin meydana getirdiği tork sebebiyle fiberde meydana gelen burulma,
 - Burulan fiber tarafından uygulanan tork ile kütle çekim kuvvetinin oluşturduğu torkun zıt yönlü olması sebebiyle çubuğun denge konumuna ulaşması,
 - Fiber askı burularak dengelendiğinde çubuğa sabitlenmiş aynaya gelen ve yansıyan ışın arasında açı oluşması,
 - Işığın doğrusal ilerleme ve yansıma özelliği ile aynanın yansıtıcı özelliği etkili olmuştur.
- b) Fiber ipin elastik özellikleri bilinirse ipin burulma sonucunda küçük kütleli cisimlerin asılı olduğu çubuğa ne kadar tork uygulayacağı ölçülebilir. Bu da kütleler arasındaki kütle çekim kuvvetinin de hesaplanmasını sağlar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 58.

Etkinlik No.: 35

2. Yönerge

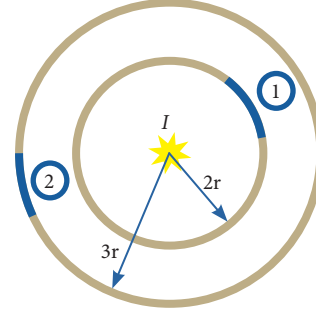
- 1) Simülasyonda gerçekleştirilen her uygulamada cisimlerin birbirlerine uyguladığı kütle çekim kuvvetlerinin benzerlikleri, zıt yönlü ve eşit büyüklükte olmalarıdır. Farklılığı ise kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü cisimlerin kütle değerleri ve bu cisimlerin aralarındaki mesafe değıştikçe başka bir değeri almasıdır.
- 2) İki cismin etkileşiminden kaynaklanan kütle çekim kuvveti, cisimlerin kütle değerlerinin çarpımı ile doğru; cisimler arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılıdır. 2 m uzağımda bulunan arkadaşşıma uyguladığım kütle çekim kuvvetinin artması için benim ve arkadaşşımin kütlesi tek tek ya da birlikte arttırılabilir. Kütle artışı için bir şeyler yemek, su içmek veya farklı bir yöntem kullanılabilir. Kütle çekim kuvveti aramızdaki mesafe azaltılarak da sağlanabilir.
- 3) 
- 4) Seçilen herhangi bir durum için cisimler arasına bırakılan başka bir cismin üzerindeki kütle çekim kuvvetleri zıt yöndedir. Net kütle çekim kuvvetinin sıfır değeri alabilmesi için bu kuvvetlerin eşit büyüklükte olması gerekir. Cisim, seçilen durumdaki küçük kütleli cisme daha yakın bırakılarak net kütle çekim kuvveti sıfır olarak elde edilebilir.

- 5) Kütle çekim kuvvetinin iki parçacık arasındaki mesafe ile ilişkisi, noktasal kaynaktan çıkan aydınlanma şiddetinin uzaklık ile ilişkisine benzetilebilir. Aydınlanma şiddetinin matematiksel modeli $E = \frac{I}{r^2}$ dir. Burada ışık şiddeti I sabit bir değerdır.

$$1 \text{ numaralı yüzeyde aydınlanma şiddeti } E_1 = \frac{I}{(2r)^2} = \frac{I}{4r^2},$$

$$2 \text{ numaralı yüzeyde aydınlanma şiddeti } E_2 = \frac{I}{(3r)^2} = \frac{I}{9r^2}$$

dir. Yüzey, ışık kaynağından uzaklaştıkça aydınlanma şiddeti değeri azalır.



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 58.

Etkinlik No.: 36

- 1) $F = G \cdot M_1 \cdot \frac{M_2}{R^2}$
 $F_1 = G \cdot 4M_1 \cdot \frac{M^2}{(2R)^2}$
 $F_1 = F$ olurdu.
- 2) a) Gelgit olayı Dünya ile Ay arasındaki kütle çekim kuvveti sayesinde gerçekleşir. Ay ve Güneş'in Dünya üzerinde oluşturdukları kütle çekim kuvveti nedeniyle deniz ya da okyanus suyu yükselir. Bir süre sonra da eski hâline gelir.
- b) Ay'da deniz olsaydı gelgit olayı Ay'da da gerçekleşirdi. Çünkü Dünya da Ay'a aynı büyüklükte kütle çekim kuvveti uygulardı.
- 3) İpe bağlı bir cismi başımızın etrafında nasıl döndürebiliyorsa dünya da benzer şekilde ve hızla dönmektedir. Kütle çekim kuvvetini ortadan kaldırmak, ipi bırakmaya benzer. Bu durumda atmosfer, okyanuslar vb. uzaya fırlayacak ve uzayda kaybolacaktır.
- 4) Dünya kutuplardan basık olduğu için Ekvator bölgesindeki yarıçapın büyüklüğü kutup bölgelerine oranla daha fazladır. Bu nedenle Ekvator bölgesindeki kütle çekim kuvveti kutup bölgelerine göre daha azdır. Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe kütle çekim kuvveti artar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 58-59.

Etkinlik No.: 37

1. Yönerge

$$F = \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} \quad F = m \cdot g$$

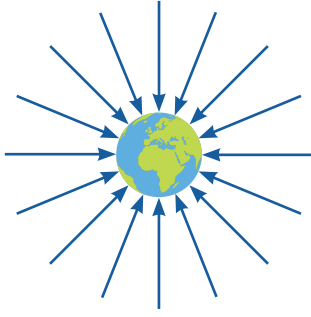
$$\frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} = m \cdot g$$

$$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

Yer çekimi ivmesi; Dünya'nın kütlesi ile doğru, Ay ve Dünya'nın merkezleri arasındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değışir.

CEVAP ANAHTARLARI

2. Yönerge



Alan çizgileri Dünya yüzeyine yakın olan yerlerde sık ve yoğun olduklarından yer çekimi ivmesi bu bölgede en yüksek değerine ulaşır.

Dünya merkezine doğru gidildikçe kuvvet çizgilerinin sıklığı azaldığından merkezde yer çekimi ivmesi sıfır olur.

Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça çekim alanı kuvvet çizgileri arasındaki mesafe artar, dolayısıyla yer çekimi ivmesi gittikçe azalır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 59-61.

Etkinlik No.: 38

① $F = m \cdot g$

$$G \frac{m_D \cdot m_C}{d^2} = m_C \cdot g$$

$$g = G \frac{m_D}{d^2} \text{ olur.}$$

Buna göre Dünya'nın çevresindeki herhangi bir noktada yer çekimi ivmesi, Dünya'nın kütlesiyle doğru orantılı; bu noktanın Dünya'nın kütle merkezine olan uzaklığının karesi ile ters orantılıdır.

② Herhangi bir noktadaki yer çekimi ivmesi, bu noktanın Dünya'nın kütle merkezine uzaklığı ile ters orantılıdır. Buna göre Ali'nin ofisindeki yer çekimi ivmesi en büyük, Ceren'in ofisindeki en küçüktür.

③ a) K ve L gezegenlerinin kütle çekim ivmeleri sırasıyla g_K ve g_L alınır

$$g_K = G \frac{m}{r^2}$$

$$g_L = G \frac{4m}{16r^2} = G \frac{m}{4r^2}$$

Buna göre $g_K = 4g_L$ olur.

b) L gezegeninde kütle çekim ivmesi K gezegeninden dört kat küçük olduğundan sporcu, L gezegeninde daha fazla yükselir.

④ Uzun uzay ve roket fırlatma rampasının yapılacağı ülkede yer çekimi ivmesinin küçük olması fırlatma işlemini kolaylaştıracaktır. Bu nedenle Ekvator'a daha yakın olan Hatay'ın tercih edilmesi gerekir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 59-61.

Etkinlik No.: 39

① Kesikli çizginin iç kısmında kalan kürenin kütlesi, yer çekimi ivmesine ait matematiksel modelde yerine yazılırsa

$$g = G \frac{m}{r^2}$$

$$g = G \frac{d \frac{4}{3} \pi \cdot r^3}{r^2} = \frac{4}{3} \pi \cdot G \cdot d \cdot r \text{ elde edilir.}$$

$\frac{4}{3} \pi \cdot G \cdot d$ kısmı Dünya için sabit olduğundan Dünya'nın iç kısmında kütle çekim ivmesi, kütle merkezine uzaklık (r) ile doğru orantılıdır.

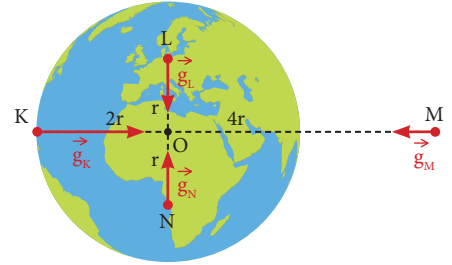
② Kütle çekim ivmesi Dünya'nın iç kısmında kütle merkezine uzaklık ile doğru orantılı, Dünya'nın yüzeyinde ve dışında kütle merkezine uzaklığı ile ters orantılıdır. Buna göre K, L, M ve N noktalarındaki kütle çekim ivmeleri sırasıyla g_K , g_L , g_M ve g_N alınır

$$g_K = G \frac{m}{4r^2} = G \text{ olduğundan}$$

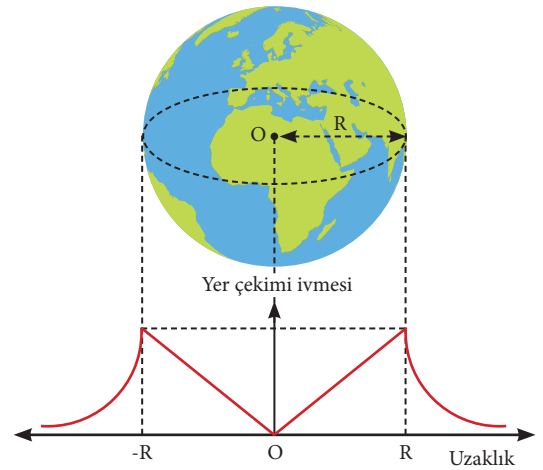
$$g_L = g_N = \frac{g}{2}$$

$$g_M = G \frac{4m}{16r^2} = \frac{g}{4}$$

Çekim alanı kuvvet çizgilerinin yönü şekildeki gibi bütün noktalarda Dünya'nın kütle merkezine doğrudur.



③ Yer çekimi ivmesi Dünya'nın içinde kütle merkezine uzaklık ile doğru orantılı, Dünya'nın yüzeyinde ve dışında kütle merkezine uzaklığının karesi ile ters orantılıdır. Buna göre yer çekimi ivmesinin Dünya'nın merkezine olan uzaklığına bağlı değişim grafiği şekildeki gibi olur.



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 59 - 61.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 40

①

	Uydu, gezegen R uzaklıkta iken	Uydu, gezegen 2R uzaklıkta iken	Uydu, gezegen 3R uzaklıkta iken
$E_p = -G \cdot m \frac{M}{R}$	$-G \cdot m \frac{M}{R} = -2U_R$	$-G \cdot m \frac{M}{R} = -U_R$	$-\frac{2U}{3}$
$E_k = G \cdot m \frac{M}{2R}$	$G \cdot m \frac{M}{2R} = U_R$	$\frac{U}{2}$	$\frac{U}{3}$
$E_{top} = E_k + E_p$	$-U$	$-\frac{U}{2}$	$-\frac{U}{3}$
$E_{kurt} = -E_p$	$2U$	U	$\frac{2U}{3}$
$E_{bag} = -E_{top}$	U	$\frac{U}{2}$	$\frac{U}{3}$

- ② Uydunun gezegene olan uzaklığı arttıkça kurtulma ve bağlanma enerjileri azalmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 60.

Etkinlik No.: 41

- ① Dünya yüzeyinden belirli bir yükseklikte, yer çekimi ivmesinin değeri değiştiği için kütle çekim potansiyel enerjisinin matematiksel modeli de değişmektedir. Dünya üzerinde cismin kütle çekim potansiyel enerjisi $E_p = m \cdot g \cdot h$ ile hesaplanırken Dünya yüzeyi dışında $E_p = -G \frac{m \cdot M}{r}$ bağıntısı ile hesaplanır.
- ② Keşif aracının Dünya yüzeyinden ayrılırken Dünya'nın çekim etkisinden kurtulup uzaya çıkabilmesi için belli bir enerjiye sahip olması gerekir. Bu enerjiye kurtulma enerjisi denir. Dünya-yörüngesine giren aracın bu yörüngeden ayrılması için gerekli enerjiye ise bağlanma enerjisi denir. Yakıt tankları, aracın kurtulma ve bağlanma enerjilerine ulaşması için kullanılmıştır.
- ③ Bunun sebebi roketin fırlatılmasını daha az yakıtla gerçekleştirebilmektir. Kurtulma enerjisi cismin gezegen merkezine olan uzaklığı ile ters orantılıdır. Dünya merkezine en uzak yer Ekvator olduğu için Florida Cape Canaveral roket fırlatma rampası, Ekvator'a yakın bölgeye kurulmuştur. Bu sayede uzaya yapılan seyahatlerde kurtulma enerjisi için daha az yakıt harcanmaktadır.
- ④ Dünya'nın dönüş yönü batıdan doğuya doğrudur. Doğu yönünde gönderilen uzay araçları Dünya'nın dönüş hızından faydalanarak kurtulma hızına dolayısıyla kurtulma enerjisine daha az yakıtla ve daha kısa sürede ulaşırlar. Bu sebeple doğu yönünde fırlatılır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 60.

Etkinlik No.: 42

1. BÖLÜM

Uluğ Bey: 15. yüzyılda yaşamış olan Uluğ Bey, Semerkant'ta yaptırdığı rasathanede gerçekleştirilen gözlemlere dayanarak Uluğ Bey'in Yıldız Kataloğu'nu (Zic-i Uluğ Bey) hazırlamıştır. Bir giriş ve dört ana bölümden oluşan bu eserde gezegenlerin, Ay'ın ve Güneş'in hareket cetveli, 1018 yıldızın ismi ve konumu gibi pek çok bilgi yer almaktadır.

Galileo: Galileo Jüpiter'in 4 uydusunu bularak ilk defa Dünya etrafında dolanmayan gök cisimlerinin varlığını ispat etmiş oldu. Ayrıca teleskopla gözlemleri sonucunda Venüs gezegeninin Dünya etrafında dönmediğini ispatladı.

Ali Kuşçu: Uluğ Bey'in Yıldız Kataloğu'nun hazırlanması için gerekli gözlem ve hesapları Ali Kuşçu yapmıştır. Ali Kuşçu yer kürenin eksenindeki eğikliği ve Dünya'nın yüzölçümünü hesaplamıştır.

Kepler: Kepler, Mars'ın yörüngesini elips biçimli olarak buldu ve odaklarından birinde Güneş bulunuyordu. Aslında bu buluş, her gezegen için geçerliydi. Gezegenlerin yörüngeleri eliptik olmasına rağmen bir miktar farklıydı. Kepler, daha sonra konuyla ilgili iki prensip daha buldu ve Gezegen Hareketinin Üç Yasası olarak iki kitapta yayınladı: New Astronomy (1609) ve The Harmony of The Worlds (1619).

2. BÖLÜM

- ① Bu bilim insanlarının ortak noktası: Dünya'nın konumu, Güneş'in konumu, Ay'ın hareketleri gibi birçok gözlem yapmaları ve bu konuda geliştirdikleri ölçüm araçları ile ölçüm yapmalarıdır.

- ② **Yörüngeler Yasası** Her bir gezegenin yörüngesinin şekli, odaklarından birinde Güneş olan bir elipstir.
- Alanlar Yasası** Güneş ve gezegen arasındaki yarıçap vektörü gezegen Güneş etrafında dolandıkça eşit zaman aralıklarında, eşit alanlar tarar.
- Periyotlar Yasası** Gezegenlerin Güneş etrafındaki dolanımları sırasında ortalama yörünge yarıçaplarının küpünün, dolanım periyotlarının karesine oranı daima sabittir.
- ③ Bütün ilk ve ortaçağ boyunca, Dünya'nın evrenin merkezi olduğu varsayıldı. Kepler'in Birinci Yasası ile bu görüşü çürütmüştür. Kepler'in Birinci Yasası, eski Yunan düşüncesi olan, gezegenler yalnız çembersel yörüngelerde dolanabilir, savını da çürütmüştür. Çünkü bu yasaya göre gezegenler, Güneşe daha yakındayken daha hızlı, uzaktayken daha yavaş hareket eder.
- ④ Kütleçekimi sürekli çevremizde gözleyebileceğimiz doğada var olan bir gerçektir. Kütleçekimi hakkındaki anlayışımız, modeller ve teoriler zamanla günümüze kadar geliştirilmiş olsa da henüz tamamlanmış değildir. Günümüzde CERN'de yapılan "Büyük Hadron Çarpıştırıcısı" deneylerinde Higgs Bozonu hakkındaki çalışmalar önceki çalışmalarını geliştirme yönünde yapılmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 62-63.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 43

- Her ikisi de elips şeklindeki yörüngelerde dolanmaktadır.
- Demir bilyenin K noktasında sahip olduğu potansiyel enerji M noktasına gelirken kinetik enerjiye dönüşeceğinden hızı artar. Bu nedenle $\mathcal{V}_K < \mathcal{V}_P < \mathcal{V}_L < \mathcal{V}_M$ olur.
- Demir bilyenin K, L, M ve P noktalarında sahip olduğu hızlar arasındaki büyüklük ilişkisi ile Dünya'nın K, L, M ve P noktalarında sahip olduğu hızlar arasındaki büyüklük ilişkisi aynı olur. Her iki durumda da çekim kuvveti arttıkça hız artar, çekim kuvveti azaldıkça hız azalır.
- Demir bilye halka manyetusa en uzak noktada bulunurken hızı en küçük, yakında iken en büyük değerde olduğu için aynı t süresinde K noktasından itibaren çizdiği yay M noktasından itibaren çizdiği yaydan daha küçük olur.
- Küçük yayda R yarıçapı büyük, büyük yayda ise R yarıçapı küçük olduğundan oluşan alanlar eşit büyüklükte olur.
- Manyetik çekim kuvveti $F = G \frac{M \cdot m}{R^2}$ merkezci kuvvet ise $F = m \cdot \omega^2 \cdot R$ ile modellenir. Bu iki kuvvet eşitlenip $\omega = \frac{2\pi}{T}$ yerine yazıldığında ya da merkezci kuvvet $F = m \frac{v^2}{R}$ olup $v = \frac{2\pi \cdot R}{T}$ yerine yazıldığında $\frac{R^3}{T^2} = \frac{G \cdot M}{4\pi^2}$ elde edilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 62-63.

Etkinlik No.: 44

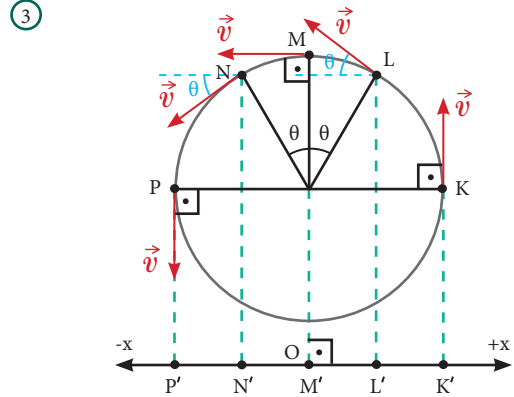
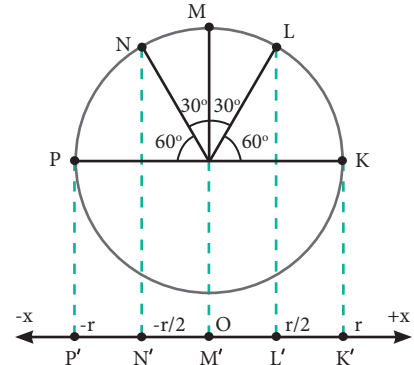
- Günümüzde Dünya'nın Güneş etrafında elips şeklinde bir yörüngede hareket ettiğini bilmekteyiz. Bu nedenle yer merkezli evren modeli geçerliliğini kaybetmiştir.
Bilimde kabullenmelerin yapılması ve bu kabullenmeler ışığında bazı düşüncelerin ileri sürülmesi ile bilimsel olaylar açıklanmaya çalışılmıştır.
- Bilimsel eserlerinin yazılması bilim insanlarının bu birikimleri kullanarak yeni düşünceler ileri sürebilmelerine rehberlik etmektedir.
- Bilim insanları kendilerinden önce ileri sürülen düşünceleri inceleyerek bu düşünceler ışığında eksik olan noktaları araştırıp yeni fikirler ileri sürmüşlerdir. Yer merkezli evren modelinden vazgeçilip Güneş merkezli evren modeline geçilmiştir.
- Kullanılan modele göre takvimler oluşturularak tarihler bu takvimlere göre oluşturulmuştur.
- Günümüzde yer merkezli evren modelini kullanmış olsaydık öncelikle şu an kullandığımız takvimi değiştirmemiz gerekirdi. Bu durumda geçmişe yönelik tüm tarihleri yeniden düzenlememiz gerekirdi.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 62-63.

Etkinlik No.: 45

- K için $x_K = r \rightarrow$ L için $x_L = r \cdot \cos 60^\circ = r \cdot \sin 30^\circ \rightarrow$
M için $x_M = 0$ N için $x_N = r \cdot \cos 60^\circ = r \cdot \sin 30^\circ \leftarrow$
P için $x_P = r \leftarrow$
Düşey düzlemdeki düzgün çembersel hareketin konum vektörünü yatay ve düşey bileşenlerinin bileşkesi yarıçap vektörünü belirterek basit harmonik harekette konum vektörü yalnız bir boyuttaki x bileşeni olmaktadır.
- $t_{KL} = T \frac{60}{360}$ T . f = 1 olduğundan $t_{KL} = \frac{1}{6f}$
 $t_{LM} = T \frac{30}{360} = \frac{T}{12}$ $t_{LM} = \frac{1}{12f}$
 $t_{MN} = T \frac{30}{360} = \frac{T}{12}$ $t_{MN} = \frac{1}{12f}$
 $t_{NP} = T \frac{60}{360} = \frac{T}{6}$ $t_{NP} = \frac{1}{6f}$

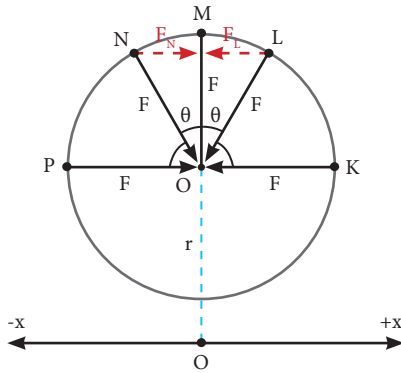
Uzanımlar eşit büyüklükte olurken bu uzanımların alınma süreleri arasında $t_{KL} = t_{NP} > t_{LM} = t_{MN}$ ilişkisi oluşmaktadır.



K ve P noktalarındaki iz düşümü sıfır olurken M noktasında $\mathcal{V}_M = v$, L ve N noktalarında ise $\mathcal{V}_L = \mathcal{V}_N = v \cdot \cos \theta$ olmaktadır. Düzgün çembersel harekette hız büyüklüğü sabit kalmaktadır. Basit harmonik harekette ise denge noktasında hız büyüklüğü maksimum değerde olup denge konumundan uzaklaştıkça azalarak minimum değere ulaşmaktadır.

CEVAP ANAHTARLARI

4



$F_K = F \quad \leftarrow$
 $F_M = 0 \quad F_N = F \cdot \sin \theta \quad \rightarrow$

$F_L = F \cdot \sin \theta \quad \leftarrow$
 $F_p = F \quad \rightarrow$

Basit harmonik harekette kuvvetin yönü sürekli denge konumuna yönelmiş olup denge noktasında minimum, denge noktasından uzaklaştıkça büyümektedir. Düzgün çembersel harekette de kuvvetin yönü daima merkeze doğrudur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 75-81.

Etkinlik No.: 46

1) Düzgün çembersel harekette hızın büyüklüğü sabittir. Yay sarkacının ise esneklik potansiyel enerjisi ile kinetik enerji dönüşümü arasındaki matematiksel işlemler yapıldığında

$$E_p = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$E_k \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$\frac{1}{2} k \cdot r^2 - \frac{1}{2} m \cdot v^2$ M noktasındaki kinetik enerji K ve P noktası için esneklik potansiyel enerjiye dönüştüğünden hız sıfır olur. L ve N noktasındaki enerji denkleminde

$$\frac{1}{2} m \cdot v_L^2 = \frac{1}{2} k \cdot r^2 - \frac{1}{2} k \cdot \left(\frac{r}{2}\right)^2 = \frac{1}{2} k \cdot \frac{3r^2}{4} \text{ ise}$$

$$v_L = v_N = \frac{\sqrt{3}}{2} v_{\text{olur.}}$$

Tablo 1

	K	L	M	N	P
Basit sarkaç	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}\vartheta$	ϑ	$\frac{\sqrt{3}}{2}\vartheta$	0
Düzgün çembersel hareket	ϑ	ϑ	ϑ	ϑ	ϑ
Yay sarkacı	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}\vartheta$	ϑ	$\frac{\sqrt{3}}{2}\vartheta$	0

2

Tablo 2

	M	L	K	K'	L'	M'	N'	P'	P	N
Düzgün çembelsel hareket	←	↙	↓	↓	↘	→	↗	↑	↑	↖
Yay sarı-kacı	←	←	0	0	→	→	→	0	0	←

③ $6\theta = 180^\circ$ ise $\theta = 30^\circ$

$$t = T \cdot \frac{\theta}{360} \text{ eşitliğinden}$$

Tablo 3

	ML	LK	K'L'	L'M'	M'N'	N'P'	PN	NM
Basit sarkaç	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$
Düz- gün çem- bersel hare- ket	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$
Yay sarkacı	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{12}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{6}$	$\frac{T}{12}$

④ $F = k \cdot x$

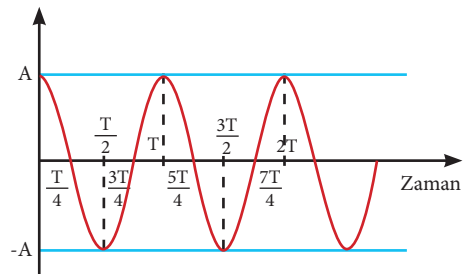
Tablo 4

	L	K	K'	L'	M	M'	N'	P'	P	N
Yönü	→	→	→	→	0	0	←	←	←	←
Büyük-lüğü	$F=k\frac{r}{2}$	$F=k.r$	$F=k.r$	$F=k\frac{r}{2}$	0	0	$F=k\frac{r}{2}$	$F=k.r$	$F=k.r$	$F=k\frac{r}{2}$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 75-81.

Etkinlik No.: 47

① Konum



2) a) A noktasından O noktasına gelirken hızlanan hareket yapmaktadır.
b) O noktasından B noktasına gelirken yavaşlayan hareket yapmaktadır.



CEVAP ANAHTARLARI

- c) B noktasından O noktasına gelirken hızlanan hareket yapmaktadır.
ç) O noktasından A noktasına gelirken yavaşlayan hareket yapmaktadır.

- ③ Deneyde ortaya çıkan konumun zamana göre değişimi grafiği sinüs eğrisi şeklindedir.

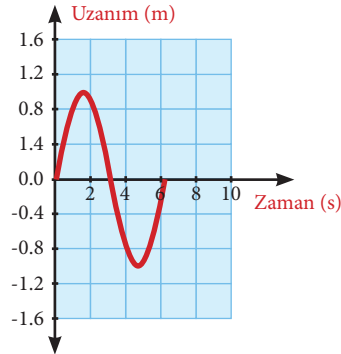
Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 81-83.

Etkinlik No.: 48

1. Yönerge

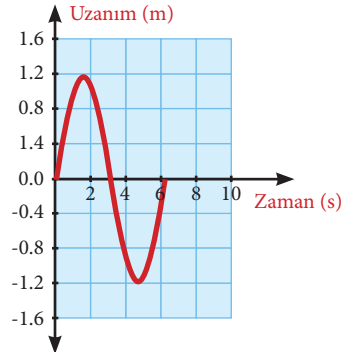
Tablo 1

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	1,57
$\frac{1}{2}$	3,14
$\frac{3}{4}$	4,71
1	6,28



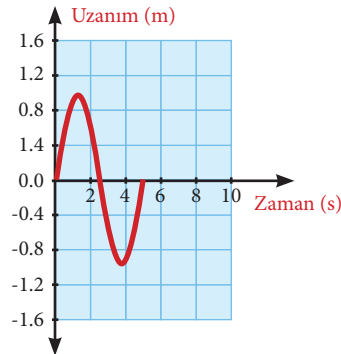
Tablo 2

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	1,57
$\frac{1}{2}$	3,14
$\frac{3}{4}$	4,71
1	6,28



Tablo 3

Tur	Zaman (s)
$\frac{1}{4}$	1,31
$\frac{1}{2}$	2,62
$\frac{3}{4}$	3,93
1	5,24



2. Yönerge

- ① Açılal hızın artmasıyla sistemin periyodu azalmıştır. Yarıçapın değişmesi ise periyotta herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.
② Sabit hızlı hareket yapan cisimlerin konum-zaman grafikleri doğru orantılı olurken basit harmonik harekette konumun zamana göre değişim grafiği sinüs eğrisi şeklinde olmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 81-84.

Etkinlik No.: 49

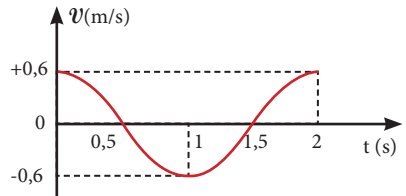
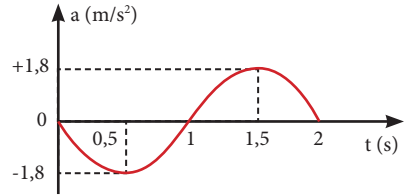
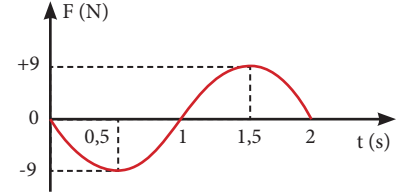
① $F = m \cdot \omega^2 \cdot r \Rightarrow 9 = 5 \cdot \omega^2 \cdot 0,2 \Rightarrow \omega = 3 \text{ rad/s}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3}{3} = 2 \text{ s}$

② $a = \omega^2 \cdot r = 3^2 \cdot 0,2 = 9 \cdot 0,2 = 1,8 \text{ m/s}^2$

$v = \omega \cdot r = 3 \cdot 0,2 = 3 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ m/s}$

- ③ Denge konumunda kuvvet ve ivme sıfırken hız en büyük değere sahiptir. Grafiklerin üçü de sinüs eğrisidir.

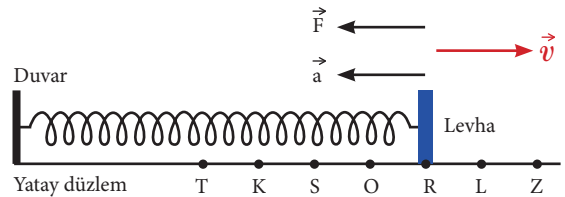


Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 84-91.

Etkinlik No.: 50

2. Yönerge

- ① Levhaya etki eden kuvvetin, levhanın ivme ve hızının yönleri aşağıdaki gibi olur.



- ② Basit harmonik hareketin açısal hızı

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3}{0,6} = \frac{6}{0,6} = 10 \text{ rad/s}$ olur.

$F = m \cdot \omega^2 \cdot x = 2 \cdot 10^2 \cdot 0,1 = 2 \cdot 100 \cdot 0,1 = 20 \text{ N}$

$a = \omega^2 \cdot x = 10^2 \cdot 0,1 = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ m/s}^2$

$v = \omega \sqrt{r^2 - x^2} = 10 \cdot \sqrt{0,4^2 - 0,1^2} = \sqrt{15} \text{ m/s}$ olur.



CEVAP ANAHTARLARI

- ③ Levhaya etki eden kuvvetin, levhanın ivme ve hızının büyüklüklerine ait matematiksel modeller
 $F = m \cdot \omega^2 \cdot x$
 $a = \omega^2 \cdot x$
 $v = \omega \sqrt{r^2 - x^2}$ dir.
 Levha T noktasından bırakıldığında değişen tek büyüklük genliktir (r). Buna göre R noktasında levhaya etki eden kuvvet ve levhanın ivmesi değişmez, genlik artırıldığından levhanın hızı artar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 84-91.

Etkinlik No.: 51

- ① → Dinamometre ile cismi çekip dinamometrenin gösterdiği değeri ve cismin denge konumuna uzaklığını belirlemek.
 → Cismi serbest bırakarak belirli sayıda salınım yapması için geçen süreyi tespit etmek.
 → Geçen süreyi salınım sayısına bölerek hareketin periyodunu belirlemek.

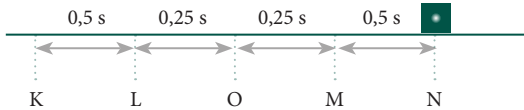
- ② Önce açısal hız (ω) hesaplanır.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Dinamometrenin gösterdiği değer cisme etki eden maximum kuvvete eşittir. Genlik ve açısal hız aşağıdaki denklemde yerine konularak kütle bulunur.

$$F = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

- ③ $IKLI = ILOI = IOMI = IMNI = 20 \text{ cm}$
 $T / 6 = 3 / 6 = 0,5 \text{ s}$
 $T / 12 = 3 / 12 = 0,25 \text{ s}$



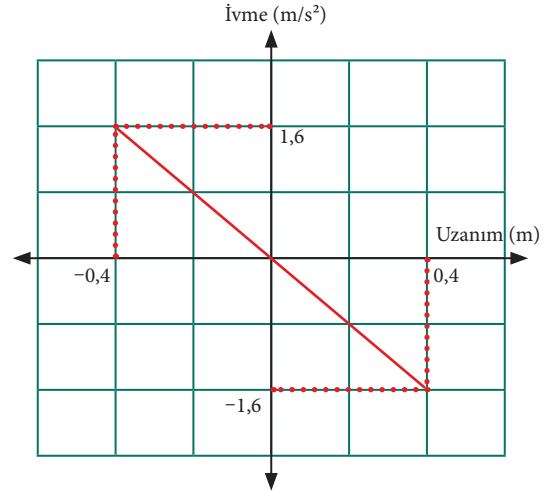
Denge Konumu

N noktasında bırakıldıktan 0,5 s sonra M noktasında geçerken sarı oluyor.
 0,75 s sonra O noktasında geçerken mavi oluyor.

Sarı iken hızı → $v_M = \omega \sqrt{r^2 - x^2}$
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2 \cdot \frac{3}{3} = 2 \text{ rad/s}$
 $v_M = 2 \cdot \sqrt{0,4^2 - 0,2^2}$
 $v_M = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ m/s}$

Mavi iken hızı → $v_O = \omega \cdot r$
 $v_O = 2 \cdot 0,4$
 $v_O = 0,8 \text{ m/s}$ olur.

- ④ İvme ve uzanım vektörleri hareket boyunca sürekli zıt yönlüdür. Çünkü ivme hareket boyunca denge konumuna dönük iken uzanım (konum) vektörü denge konumundan cisme doğru olur. Bundan dolayı ivme ve uzanım vektörleri zıt işaretli olur.
- ⑤ Genlik noktalarında (K, N) ivme maximum değerini alır.
 $a_{\max} = \omega^2 \cdot r$
 $a_{\max} = 2^2 \cdot 0,4 = 1,6 \text{ m/s}^2$ olur.



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 84-91.

Etkinlik No.: 52

1. Yönerge

- ① Yay sarkacının periyodu genlik ve yer çekimi ivmesi değerlerinin değişmesinden etkilenmemektedir. Yay sarkacının periyodu yalnızca kütle ve yay sabitine bağlıdır. Yay sarkacının periyodu yaya bağlanan cismin kütlesinin karekökü ile doğru, yay sabitinin karekökü ile ters orantılı olarak değişmektedir.
- ② Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhemel cevap:
 Tükenez kalemlerde, araba amortisörlerinde ve ağırlık ölçüm aletlerinde kullanılır. Ağırlık ölçüm aleti olan dinamometrede kullanılan yayın uzunluğu ilk durumuna göre daha kısa kullanılmış ise bu durum yay sabitinin artmasına ve titreşim periyodunun azalmasına neden olur.

2. Yönerge

- ① Basit sarkacın periyodu sarkaca asılan cismin kütlesinin değişmesinden etkilenmemektedir. Basit sarkacın periyodu yalnızca sarkaç uzunluğuna ve yer çekimi değerlerine bağlıdır. Basit sarkacın periyodu sarkaç uzunluğunun karekökü ile doğru, yer çekimi ivmesinin karekökü ile ters orantılı olarak değişmektedir.
- ② Basit sarkacın periyodu ile ilgili matematiksel model incelendiğinde ip kalınlığının değişmesinden periyodun etkilenmediği görülür.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 91-98.

Etkinlik No.: 53

- ① Yay sarkacının periyodunu veren matematiksel modelde Hooke Yasası'na göre kuvvet ifadesi kullanılabilir.
 Yay sarkacının periyodu $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, Hooke Yasası'na göre kuvvet ifadesi $F = k \cdot x$ olur.
 Kuvvet ifadesinde yay sabiti
 $F = k \cdot x$
 $m \cdot g = k \cdot L$
 $k = \frac{m \cdot g}{L}$ şeklinde yay sarkacının periyot modelinde yerine yazılırsa
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m \cdot g}{L}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

CEVAP ANAHTARLARI

elde edilir. Bu sonuç, basit sarkacın periyodu ile aynıdır. Bu durumda “Denge konumundan L kadar uzaklaştırılan yay sarkacı ile L uzunluğa sahip basit sarkacın periyotları eşit olur.” sonucuna varılır.

- ② m kütlesi asılı L uzunluğundaki yay sarkacı ve basit sarkaç A noktasına getirildiğinde her iki sarkaca da etki eden kuvvet aynı olup cismin ağırlığı kadardır. Şekildeki yay serbest bırakıldığında ağırlığın $m \cdot g \cdot \sin \theta$ büyüklüğünde olan bileşeni basit sarkaç hareketine benzer şekilde salınım hareketi yaptırırken ağırlığın $m \cdot g \cdot \cos \theta$ büyüklüğünde olan bileşeni de yayın kendi denge konumuna göre olan uzaklığını değiştirerek yaya titreşim hareketi yaptırır. Bu durumda yayın salınım hareketi yaparken basit sarkaç ile benzerlik göstereceği aynı zamanda kendi kendi doğrultusunda da titreşim hareketi yapacağı söylenebilir.

- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap:

a) Yay sarkacının ve basit sarkacın periyodunu belirlemek için sıcaklık, genleşme katsayısı ve sürtünme kuvveti gibi etkenlere ihtiyaç durulabilir. Örneğin yay sarkacının bulunduğu ortamın sıcaklığının artması sırasında yayın uzunluğu sürekli artış gösterir. Bu durum ise yay sabitinin azalmasına ve yay sarkacının periyodunun artmasına sebep olur. Basit sarkaçta ise sıcaklığın artması cismi tutan malzemenin/metalin boyu artar. Bu durumda basit sarkacın periyodu artar. Sarkaçlarda kullanılan malzemelerin genleşme katsayısı da etkili olur. Sarkaçların bulunduğu ortamda sürtünme kuvveti dikkate alındığında her iki sarkacın periyodu azalmasına neden olur.

b) Basit sarkaçların kullanıldığı alanlardan biri sarkaçlı saatlerdir. Zamanın ölçüldüğü sarkaçlı saatte sarkaç yapımında kullanılan malzeme günün farklı saatlerinde ortamın sıcaklığından ve salınım hareketi sırasında sürtünmelerden etkilenerek ölçmede hataya neden olabilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 91-98.

Etkinlik No.: 54

- ① t sürede K cismi 3,5 salınım yaparken L cismi 7 salınım yapmaktadır yani L'nin frekansı K'nın frekansının 2 katıdır. Periyot ile frekans ters orantılı olduğu için K'nın periyodu L'nin periyodunun 2 katıdır.

$$T_K = 2T_L$$

$$2\pi \sqrt{\frac{m_K}{k}} = 2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m_L}{k}}$$

$$m_K = 4m_L$$

$$\frac{m_K}{m_L} = 4 \text{ olur.}$$

- ② a) Yayın boyu yarıya inerse yay sabiti 2 katına çıkar. Yaylar paralel bağlandığı için:

$$k_{\text{eq}} = k_1 + k_2$$

$$k_{\text{eq}} = 2k + 2k = 4k$$

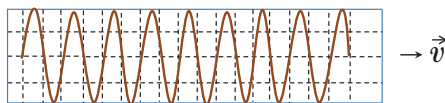
$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T_2 = \frac{T_1}{2} \rightarrow \text{Periyot yarıya iner.}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{4k}}$$

Genlik periyodu etkilemez.

b)

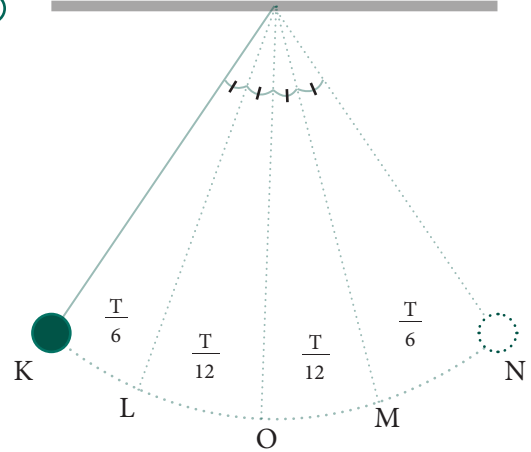


Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 96-98.

Etkinlik No.: 55

1. Yönerge

①



$$\frac{T}{6} + \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = 0,4$$

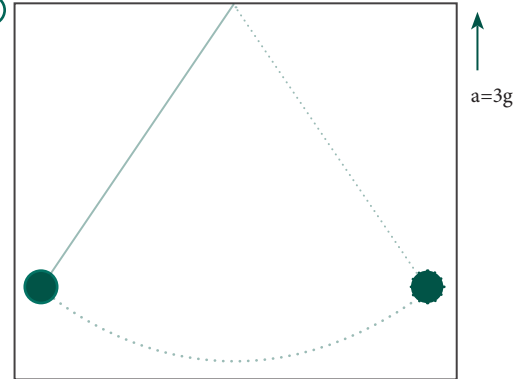
$$\frac{T}{3} = 0,4 \text{ ise } T = 1,2 \text{ s olur.}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$1,2 = 2 \cdot 3 \sqrt{\frac{\ell}{10}}$$

$$\ell = 0,4 \text{ m}$$

②



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g+a}} = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{4g}}$$

$$T' = \frac{T}{2} \text{ olur.}$$

- ③ Sarkaç L noktasında bırakılırsa L – M arasında basit harmonik hareket yapar. Genliğin değişmesi periyodu etkilemez. L noktasından M noktasına T/2 sürede gelir. Lden M'ye 0,6 s'de gelir.

- ④ Genliğin değişmesi periyodu değiştirmediği için denge konumuna gelme süresi değişmez yani T/4 olur. Denge konumundan geçerken hızı maksimumdur.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \text{Periyot değişmediği için } \omega \text{ değişmez.}$$

$$v_{\text{max}} = \omega \cdot r \rightarrow \omega \text{ değişmez ama } r \text{ arttığı için } v_{\text{max}} \text{ artar.}$$

CEVAP ANAHTARLARI

2. Yönerge

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \frac{T_1}{T_2} = 2 \text{ olur.}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$$

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 96-98.

Etkinlik No.: 56

2. Yönerge

- 1 Yarık düzleminde noktasal bir kaynak varmış gibi yayılmaya devam ederler.
- 2 Dalganın hızı $v = \lambda \cdot f$ bağıntısı ile ifade edilmektedir. Dalganın hızı sabit olduğundan λ dalga boyu ile f frekansı ters orantılıdır. Bu nedenle dalga frekansı artırıldığında λ dalga boyu küçülür.
- 3 Dalga boyunun küçülmesi kırınımı güçleştirir. kırınım $\lambda > W$ olduğunda net olarak gözlenir.
- 4 Su derinliğinin aynı olan ortamda, yarık genişliği w olan iki engel arasına gönderilen dalgalardan dalga boyu w genişliğinden büyük olduğunda ($\lambda > w$) kırınım net olarak gözlenir. Aralık küçültüldüğü için $\lambda > w$ olur ve dalgalar kırınım net olarak gözlenir. Yarık genişliği dalga boyundan çok büyük ($w \gg \lambda$) olduğunda kırınım oluşmaz.
- 5 Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrilidir. Bu sebeple kıyılarımızdaki binaları, gemileri, balıkçı teknelerini, deniz araçlarının tamir bakım ve yapım yerlerinin dalgalardan etkilenmesi için dalga limanlar ve dalga kıranlar yapılmaktadır. Su dalgasının kırınımı sayesinde gelen dalgaların enerjileri sönmülenir ve kıyıdaki binalar ve araçlar zarar görmez.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 107-110.

Etkinlik No.: 57

2. Yönerge

- 1 Legolar birbirine yaklaştırıldığında legoların arasında dairesel bir dalga oluştuğu görülmektedir. Bu da kırınımın daha fazla olduğu, uzaklaştırdığında ise kırınımın giderek azaldığı hatta dalganın hiç kırınıma uğramadan yoluna devam ettiği görülmektedir.
- 2 Dalganın hızı $v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$ bağıntısı ile ifade edilmektedir. Dalgaların yayılma hızı sabit olduğundan λ dalga boyu ile f frekansı ters orantılıdır. Bu nedenle dalga frekansı artırıldığında λ dalga boyu küçülür. Dalga boyunun küçülmesi kırınımı güçleştirir. Çünkü kırınım $\lambda > w$ olduğunda net olarak gözlenir.
- 3 Sıvı derinliği azaldığında dalgaların yayılma hızı ve dalga boyu küçülür. Dalga boyunun küçülmesi kırınımı güçleştirir. Çünkü kırınım $\lambda > w$ olduğunda net olarak gözlenir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 107-110.

Etkinlik No.: 58

- 1 Aynı derinlikteki dalga leğeninde, aynı periyotta oluşturulan dalgalar birbiri içinden geçerken bazı noktalar birbirini güçlendirir, bazı noktalar ise birbirini söndürür. Böylece girişim deseni oluşur.
- 2 Dalgaların tepe noktaları üst üste gelerek çift tepe noktalarını, çukur noktalar üst üste gelerek çift çukur noktalarını oluşturur. Aydınlik bölgeler dalga tepelerinin üst üste binmesiyle, karanlık bölgeler ise dalga çukurlarının üst üste gelmesiyle oluşur.
- 3 Bir tepe ve bir çukur üst üste gelerek düğüm noktalarını oluşturur. Zikzaklı yarı aydınlık bölgeler titreşimsiz duran düğüm noktalarıdır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 112-118.

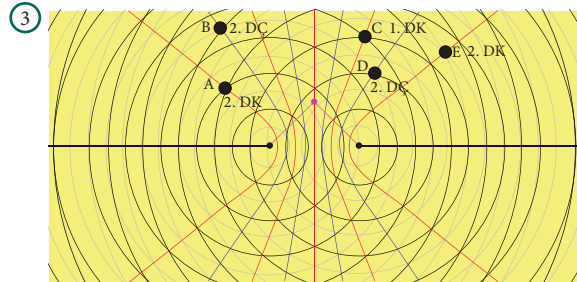
Etkinlik No.: 59

2. Yönerge

- 1 Kaynaklar arasındaki uzaklık artırıldığında dalga katarı ve düğüm çizgisi sayısı artarken kaynaklar arası mesafe azaltıldığında dalga katarı ve düğüm çizgisi sayısı azalır.
- 2 Dalga boyu artırıldığında dalga katarı ve düğüm çizgisi sayısı azalırken dalga boyu azaltıldığında dalga katarı ve düğüm çizgisi sayısı artar.
- 2 Desen üzerinde seçilen noktanın yol farkı dalga boyunun tam katları ise seçilen nokta, dalga katarı üzerinde bir noktadır. Desen üzerinde seçilen noktanın yol farkı dalga boyunun buçuklu katları şeklinde ise seçilen nokta, düğüm çizgisi üzerinde bir noktadır.

3. Yönerge

- 1 Kırmızı çizgiler dalga katarını, mavi çizgiler düğüm çizgisini göstermektedir.
- 2 Aynı fazdaki iki kaynaktan çıkan dalgaların girişim olayında farklı özellikte üç nokta ortaya çıkmaktadır. İki dalga tepesi üst üste gelirse çift tepe, iki çukur üst üste gelirse çift çukur oluşur. Çift tepe ve çift çukur noktaları, dalga katarlarını oluşturur. Bir çukur ile bir tepe üst üste gelirse minimum girişim (titreşimsiz nokta) oluşur. Bu noktalar ise düğüm çizgilerini oluşturur.

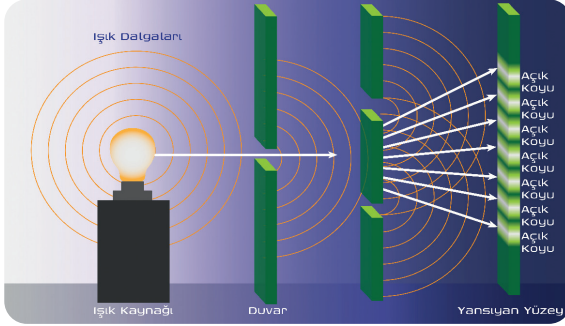


Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 112-118.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 60

2. Yönerge



3. Yönerge

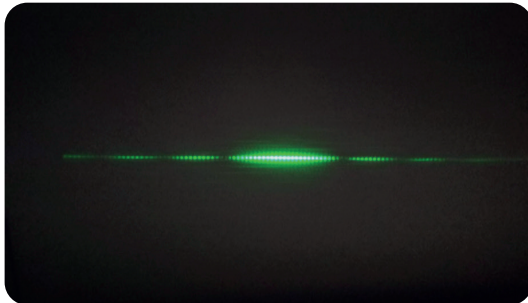
- 1 Frekans artarsa dalga boyu küçüldüğünden saçak genişliğini azalır. Kırmızı ışığın frekansı mavi ışıktan daha küçüktür. Fakat dalga boyu büyük olduğundan saçak genişliğini kırmızıdan maviye doğru azalacaktır. Saçak sayısı kırmızıdan maviye doğru artacaktır. Kaynaklar arası uzaklık artarsa saçak genişliğini azalır, saçak sayısı artar.
- 2 Genlik artarsa perdede oluşan saçakların parlaklığı artacaktır. Saçak genişliğini ve saçak sayısı değişmeyecektir.
- 3 Yarık düzlemi perdeye yaklaşınca saçak genişliğini azalır, saçak sayısı artar. Perdeden uzaklaşırsa saçak aralığı artar, saçak sayısı azalır.
- 4 Yarık düzlemi ve ekran arasındaki ortam değiştirilirse kırılma indisi değişeceği için saçak genişliği de değişir. Kırılma indisi büyük bir ortam saçak genişliğinin küçülmesine ve toplam saçak sayısının artmasına neden olur. Kırılma indisi küçük ortam ise saçak genişliğinin büyümesine ve toplam saçak sayısının azalmasına neden olur. Merkezî aydınlık saçığın yeri değişmez.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 118-122.

Etkinlik No.: 61

2. Yönerge

- 1 Beklenen görüntü aşağıdaki gibi olmalıdır. Karanlık ve aydınlık saçaklar gözlenmelidir.



- 2 Kırmızı ışığın frekansı mor ışıktan daha küçüktür. Fakat dalga boyu büyük olduğundan saçak genişliği kırmızıdan yeşile doğru azalacaktır. Saçak sayısı kırmızıdan mora doğru artacaktır.
- 3 Camın kırılma indisi havadan büyük olduğundan ışığın dalga boyu küçülür. Kırılma indisi büyük bir ortam saçak genişliğinin azalmasına ve saçak sayısının artmasına neden olur.

- 4 Yarıklar düzlemi perdeye yaklaşınca saçak genişliği küçülür, saçak sayısı artar. Perdeden uzaklaşırsa saçak genişliği büyür, saçak sayısı azalır.
- 5 Işık kaynağı yarıklar düzlemine yaklaşınca perdede oluşan desenin parlaklığı artar. Saçak sayısı değişmez.
- 6 Yarıklar düzlemi ekrana doğru bir miktar döndürüldüğünde yarıklar arası uzaklığın ekrana paralel uzunluğu küçülür ve saçak genişliği artar. Bu durumda perdede oluşan saçak sayısı azalır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 118-122.

Etkinlik No.: 62

- 1 Etkinlikteki deneyde yarık genişliğinin artırılması sonrası ekranda daha fazla saçak oluştuğu gözlenmiştir. Ekrandaki saçak sayısı artışı, saçak genişliğinin küçüldüğünü göstermektedir. Bu gözleme dayanarak ışığın tek yarıktaki kırınımında, yarık genişliğinin artırılması durumunda saçak genişliğinin küçüleceği söylenebilir.
- 2 Deney düzeneğinde yarık düzlemi ekrana yaklaştırıldığında ekranda daha fazla saçak oluştuğu gözlemlendiğine göre levha ile ekran arasındaki mesafe azaldığında saçak genişliğinin de küçüleceği söylenebilir.
- 3 Deney düzeneğindeki ekrana mavi renkli ışık düşürüldüğünde ekrandaki toplam saçak sayısının arttığı gözlemlendiğine göre kullanılan ışığın dalga boyu küçüldüğünde saçak genişliğinin de küçüleceği söylenebilir.
- 4 Deney, saf su ile dolu bir havuzun içinde tekrarlandığında ekrandaki toplam saçak sayısının arttığı gözlemlendiğine göre ortamın kırılma indisi arttığında saçak genişliğinin küçüleceği söylenebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 123-127.

Etkinlik No.: 63

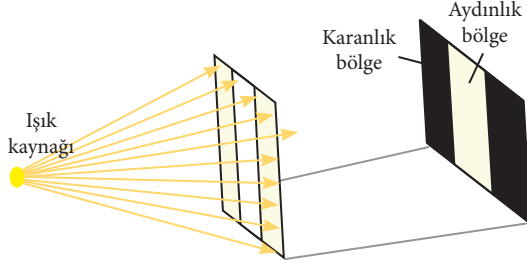
- 1 Ekranda kırmızı renkte şeritler hâlinde peş peşe sıralanmış aydınlık ve karanlık saçaklar oluşmuştur.
- 2 Ekranda gözlemlenen aydınlık ve karanlık bölgelere saçak denir.
- 3 Kırmızı ışık kaynağını yarık düzlemine yaklaştırdığımızda kırmızı renkli saçaklar daha parlak hâle gelmiştir. Saçak genişliği değişmemiştir.
- 4 Yarık düzlemini ekrana yaklaştırdığımızda duvardaki aydınlık ve karanlık bölgelerin (saçaklar) genişliği küçülmüş ve desende daha fazla saçak oluşmuştur.
- 5 Deneyde kullanılan ışığın dalga boyu küçüldüğünde saçak genişliği de küçülür.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 123-127.

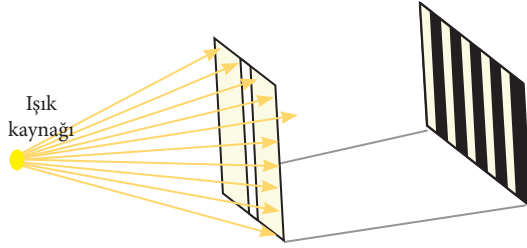
CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 64

- ① a) $\lambda \ll w$ olması durumunda ışık, kırınıma uğramadan yarıktan geçerek perdenin orta bölümünde aydınlık bir bölge oluşturacak; perdenin kenarlarında da karanlık bölgeler kalacaktır. Bu durumda ışığın tanecik doğası öne çıkmıştır.



- b) $\lambda > w$ ve $\lambda = w$ olması durumunda ışık kırınıma uğrar ve aralık noktasal bir kaynak gibi davranır. Her iki durumda da ışığın dalga doğası öne çıkmıştır.



- ② Perde üzerindeki görüntünün nedeni girişim olayıdır. Dalgaların üst üste gelerek girişim olayını meydana getirmeleridir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 127-128.

Etkinlik No.: 65

- ① Işığın dalga doğasına sahip olduğunu gösterir.
- ② Işık, kaynaklardan yayılan dalgalardır. Tek yarıktan geçerken bükülerek yoluna eder, çift yarıktan geçerken girişim deseni oluşturur.
- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Cisimlerin renkli görünmesi, gökyüzünün mavi görünmesi, beyaz ışığın prizmadan geçerken renklerine ayrılması ışığın dalga doğası ile açıklanabilir.
- ④ Işık sadece tanecik özelliği gösterseydi girişim olayı gerçekleşmezdi ve Young'ın çift yarıklı deneyde perdede sadece iki adet aydınlık çizgi oluşurdu.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 127.

Etkinlik No.: 66

- ① Taşıtların hızlarını ölçmek için kullanılan radarlarda Doppler etkisinden yararlanılır. Radardan yayılan dalgalar hareket hâlindeki araca çarparak geri döner. Yayılan dalgaların frekansı ile geri dönen dalgaların frekansı arasındaki farka bakılarak hız hesaplanır.
- ② Hareketli hedeflerden dönen sinyalin frekansının sabit hedeflerden dönen sinyalin frekansından farklı olmasından yararlanılarak çeşitli hava olaylarının hareket durumu belirlenebilir.

- ③ Doppler etkisi birbirine göre hareketli cisimlerde gözlenir. Arabanın içindeki kişi arabaya göre hareketsiz olduğundan topun atış aralıkları kendisi için değişmez. Dalga üreten kaynağın frekansı, kaynak ve gözlemcinin hareketinden bağımsızdır ve her zaman sabittir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 128-130.

Etkinlik No.: 67

- ① Ses kaynağı ile gözlemci birbirine yaklaştığında algılanan sesin frekansı yüksek, uzaklaştığında ise algılanan sesin frekansı düşük olur. Dolayısıyla söz konusu durumda Fatih'in işittiği sesin frekansı yüksek, Ayşe'nin işittiği sesin frekansı ise düşüktür.
- ② Gözlemci, hareketsiz bir ses kaynağına doğru yaklaştığında yüksek frekanslı, uzaklaştığında ise düşük frekanslı bir ses duyacaktır.
- ③ Frekans ve dalga boyu ters orantılı büyüklüklerdir. Kaynağın hızı (v_{kaynak}) gözlemcinin hızından ($v_{\text{gözlemci}}$) büyük olursa aralarındaki mesafe artar ve birbirlerinden uzaklaşırlar. Bu durumda işitilen sesin frekansı azalır, dalga boyu ise büyür. Kaynağın hızı gözlemcinin hızından küçük olursa aralarındaki mesafe azalır. Bu durumda algılanan sesin frekansı artar ve dalga boyu azalır.
- ④ Sonik patlama, Doppler olayı sebebiyle ses dalgalarının üst üste gelerek oluşturduğu yüksek enerjili dalgaların insan kulağında patlama sesi olarak algılanmasıdır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 128-130.

Etkinlik No.: 68

3. Yönerge

Öğrencilerin şeması değişkenlik gösterebilir. Örnek şema:

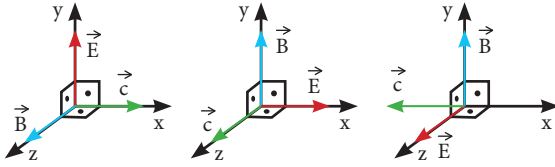
- ELEKTROMAGNETİZMA DALGALARININ ORTAK ÖZELLİKLERİ**
- Yükü parçacıkların ivmeli hareket yapması sonucu oluşur.
 - Doğrusal yolla yayılır.
 - Elektrik alan ve manyetik alan bileşenleri eş zamanlı artar ve azalır.
 - Enine dalgadır.
 - Elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu birbirine diktir. $E = B \cdot c$ eşitliği vardır.
 - Boşlukta ışık hızı ile yayılır.
 - Yansıma, kırılma, girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirirler
 - Elektrik ve manyetik alanda sapmazlar.
 - Enerji taşırlar. Enerjileri frekansla doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır.
 - Kutuplanabilirler.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 131-132.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 69

- 1) Elektrik alan ve manyetik alan değerleri eş zamanlı artar ve eş zamanlı azalır.
 - Boşlukta ışık hızı ile hareket ederler. Farklı ortamlarda hız büyüklüğü azalır.
 - Elektromanyetik dalgalar enine dalgalardır.
 - Yansıma, kırılma ve girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirebilirler.
 - Elektromanyetik dalgalar elektrik alan ve manyetik alanda sapmazlar.
- 2) Polarize edilmeden önce her yöne titreşen dalgaların tek bir yönde titreştirilmesine polarize olma denir.
- 3) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Sağ el kuralına göre örnek cevaplar



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 131-132.

Etkinlik No.: 70

- 1) SPEKTRUM kelimesine ulaşılır.
- 2) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Uydu görüntülerinden Dünya'yı gözlemleyen bir kişi, Dünyadan yansıyan uyduya gelen ışınların dalga boylarına bakarak, gözlemediği bölgenin bitki örtüsü, kayaç yapısı, madeni zenginliği, termal enerji kaynakları, radyoaktif özellikli yapıları ve bölgesel iklim farklılıkları hakkında bilgi sahibi olabilir.
- 3) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Spor yapan öğrencinin vücut sıcaklığı artar ve dışarı verdiği ısı artar. Enerjisi arttığı için çıkardığı termal ışınımın dalga boyu azalır.
- 4) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

X-ışınları tıpta görüntülemeye, havalimanlarında valiz ve çantaların güvenlik kontrolünde, katı hâl fiziğinde, katı kristallerin yapısı, bina kolonlarının depreme dayanıklılığı, sanayi alanındaki dökümler ve kaynakla yapılan birleştirme işlemlerinin sağlamlığının incelenmesinde kullanılır.
- 5) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Kablosuz erişim sağlamak için kullandığımız Wi-Fi cihazları ve cep telefonlarını yatarken baş ucunda bulundurmamak, tüplü televizyonları en az 2 m uzaktan seyretmek, yüksek gerilim hatlarına ve radyo verici antenlerine yakın yerlerde yaşam alanı oluşturmamak yani elektromanyetik radyasyon etkileri oluşturan ortamlardan uzak durmak gerekir. Çünkü son zamanlarda sıkça görülen kanser vakaları bu kirliliğin sonuçları arasındadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 133-137.

Etkinlik No.: 71

- 1) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Herhangi bir cihaz kullanmadan 4 000 nm dalga boyu mor ışık ile 7 500 nm dalga boyu kırmızı ışık arasındaki renkleri yani görünür ışığı görebiliriz.
- 2) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Kablosuz cihazları kullanmak çok sağlıklı değildir. Çünkü kablosuz cihazların yaydığı elektromanyetik dalgalar, üst üste gelerek yapacakları girişim ile etkilerini artırarak yüksek enerjiye sahip olabilir.
- 3) Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

Elektrik panoları, trafolar, mekanik parçalar, kazan ve ekipmanları, kompresör başlıkları, motor ve jeneratör bağlantıları, rulmanlar, buhar sistemleri ve ekipmanları, tank görüntüleme sistemlerinde ve izolasyon yapılan yerlerde ısı kaçağı olan yerlerin tespitinde termal kameralar kullanılır.
- 4) Doğal elektromanyetik dalga kaynakları: Güneş, bazı uzak yıldızlar ve atmosferik deşarj (yıldırım) durumu.

Doğal olmayan elektromanyetik dalga kaynakları: Elektrik akımı taşıyan yer altı ve yer üstü elektrik hatları, televizyon ve bilgisayarlar, elektrikli ev aletleri (Elektrikli süpürge, saç kurutma makinesi, tıraş makinesi vb.), mikrodalga fırınlar, radyo ve televizyon vericileri, telsiz haberleşme sistemleri, kordonsuz telefonlar ve hücresel telefon sistemleri (Baz istasyonları).

Baz istasyonlarının, televizyon ve radyo antenlerinin, cep telefonlarının, mikrodalga fırınların, yüksek gerilim hatlarının, uydu antenlerinin, radarların vb. yaydığı elektromanyetik dalgalar; dolaşım ve sindirim sistemi bozukluğu, kan basıncı, DNA sentezi bozukluğu, baş ağrısı, depresyon gibi rahatsızlıklarla sebep olduğu bilinmektedir. X ışınları, nükleer reaksiyonlar veya radyoaktif parçalanma sonucu ortaya çıkan alfa, beta ve gamma ışınları, nötronlar, protonlar ve diğer temel parçacıklar "iyonlaştırıcı radyasyona" sebep olmaktadır. Molekülleri iyonlaştırarak yapısını bozan bu radyasyon, genetik yapıda da bozulmalara sebep olmakta ve biyolojik yapılara zarar vermektedir.

5



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 133-137.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 72

2. Yönerge

- ① Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhemel cevap şöyledir:

Bilardo topu modeli: John Dalton, bu model atomunu çok küçük, içleri dolu, sert ve bölünemeyen tanecikler şeklinde açıklamıştır. Üzümlü kek modeli, 1897 yılında J. J. Thomson tarafından açıklanmıştır. Klasik güneş sistemi modeli Ernest Ruherfort'un ortaya koyduğu Ruherfort atom modeline benzetmektedir.

- ② Bohr atom modeline göre bir elektron, atomun çekirdeğinden belirli uzaklıklarda ve dairesel yörüngelerde dolandır. Bu yörüngelere enerji seviyesi, elektronun dolandığı yörünge yarıçapına ise Bohr yarıçapı adı verilir.
- ③ Elektronların kararlı yörüngelerde dolanımını sağlayan Coulomb Kuvveti'dir. Aynı zamanda bu kuvvet, elektronun çekirdek etrafında dönmesini sağlayan merkezci kuvvetidir.
- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhemel cevap şöyledir:

Elektron alt enerji seviyelerine inerken almış olduğu enerjiyi yaymaktadır. Bu olayda atomun foton (enerji) yayması ışıma ya da emisyon olarak adlandırılır. Üst enerji seviyesinde bulunan elektron temel hâle ya doğrudan ya da kısa geçişlerle döner.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 147-153.

Etkinlik No.: 73

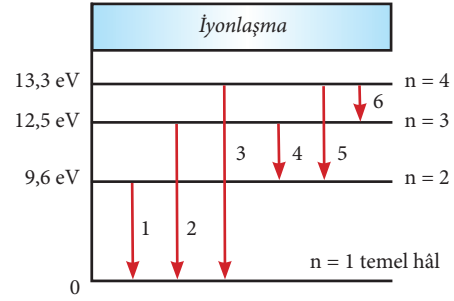
2. Yönerge

- ① Alfa parçacıkları ve protonlar artı yüklü olduğundan birbirine itme kuvveti uygular. Proton sayısı az olduğundan alfa tanecikleri minimum enerjiye sahip olmasına rağmen çekirdeğe yaklaşarak sapmaktadır.
- ② Yüksek enerjili alfa taneciklerinde çok düşük miktarda sapma gözlenmektedir.
- ③ Nötron sayısındaki artma ya da azalmada, alfa taneciklerinin doğrultusunda herhangi bir değişiklik görülmez. Proton sayısında meydana gelen artma artı yüklü taneciklerin birbirlerine uyguladıkları elektriksel itme kuvveti arttığından sapmada artma meydana gelmektedir.
- ④ Rutherford, diğer atom modellerini göz önünde bulundurduğunda, yapılan bu deneyde atomdaki pozitif yüklü parçacıkların bir merkezde toplandığı, büyük kısmının ise boşluklardan oluştuğu sonucunu çıkarmıştır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 147-153.

Etkinlik No.: 74

- ① Atomun uyarılması, atomların birbiriyle yüksek basınç ve sıcaklık altında çarpıştırılmasıyla, elektronlarla, fotonlarla ve ışıyla sağlanabilir.
- ② Bir atomda eğer temel seviyeden n seviyesine uyarılma olmuş ise toplam yapılacak ışıma sayısı $\frac{n \cdot (n - 1)}{2}$ bağıntısıyla bulunur. Burada n = 4 ise $4 \cdot \frac{3}{2} = 6$ farklı ışıma gözlenir

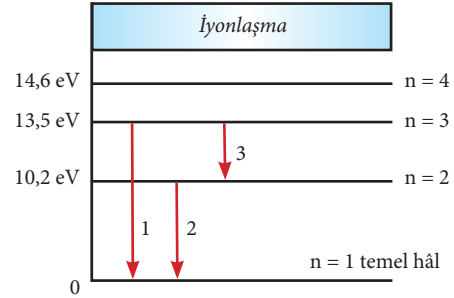


- ③ Eğer atom 13 eV enerjili elektronlar ile bombardıman edilirse $13 - 12,5 = 0,5$ eV; $13 - 9,6 = 3,4$ eV ve 13 eV enerjili elektronlar çıkabilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 153-155.

Etkinlik No.: 75

- ① Temel hâlde bulunan atoma gönderilen fotonların enerjisi atomun enerji seviyelerine denk değil ise uyarılma gerçekleşmez. Dolayısıyla 12 eV enerjili foton herhangi bir uyarma gerçekleştiremezken 13,5 eV enerjili foton ise temel hâlde bulunan atomu n = 3 enerji seviyesine uyarır. Bu durumda yapacağı ışımlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



- ② Temel hâldeki atom uyarılmasını sağlayan elektronun sahip olduğu enerjinin yetebileceği tüm enerji seviyelerine uyarılabilir. Dolayısıyla 14 eV enerjili elektron n = 3 veya n = 2 enerji seviyesine kadar çıkartabilirken 13 eV enerjili elektron n = 2 enerji seviyesine kadar çıkartabilir.
- ③ n = 3 enerji seviyesine uyarılan atom temel hâle dönerken üç farklı ışıma gerçekleşebilir. Atomda

1 numaralı ışıma sırasında $13,5 - 0 = 13,5$ eV enerjili,

2 numaralı ışıma sırasında $10,2 - 0 = 10,2$ eV enerjili,

3 numaralı ışıma sırasında $13,5 - 10,2 = 3,3$ eV enerjili foton yayılabilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 153-155.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 76

1. Yönerge

Louis de Broglie: Maddeyi dalga doğasıyla açıklamaya çalışmıştır. Her maddeye eşlik eden bir dalgadan bahsetmiştir. Tanecik ve dalganın iki farklı şey değil birbirinin tamamlayıcısı olduğu ve her taneciğe bir dalganın eşlik ettiği ile ilgili hipotez ortaya atmıştır. Buna göre çekirdeğin etrafında dolanan elektrona bir dalga eşlik etmekte ve kapalı bir dalga halkası oluşmaktadır. Ancak buradaki dalga de Broglie ya da olasılık dalgası olarak ifade edilmiştir. Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ eşitliği ile Planck'in kuantum teorisi sonuçlarıyla elde ettiği denklemi birleştirerek olasılık dalgasının dalga boyunu (λ) hesaplamayı başarmıştır. Kuantum mekaniğinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır.

Werner Heisenberg: 1925 yılında bir parçacığın aynı anda hem momentumunun hem de konumunun tam doğrulukta ölçülemeyeceğini ifade eden Belirsizlik İlkesi'ni açıklamıştır. Belirsizlik İlkesi'ne göre bir taneciğin hızını ve yerini ölçmek için taneciğin uygun dalga boyundaki ışıkla aydınlatılıp görülmesi gerekir. Elektrona gönderilen ışınlar elektronun hızını ve yerini değiştirdiği için aynı anda hızı ve yeri ölçülemez. Ortaya koyduğu hipotezler, kuantum mekaniğinin oluşmasında etkili olmuştur.

2. Yönerge

① Bohr Atom Modeli'ndeki yetersizlikler Modern Atom Teorisi'nin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- Tek elektrona sahip hidrojen atomu ile He^+ , Li^{+2} gibi atomların tek elektronlu iyonları için doğru sonuçlar verirken birden fazla elektronu olan atomların elektron özelliklerini açıklayamamaktadır.
- Spektrum çizgilerinin alt çizgilere ayrıştığını açıklayamamaktadır.
- Elektronun dalga hareketini dikkate almamaktadır.
- Elektronların belli yörüngelerde bulunduğunu belirtmiştir ancak sebebini açıklayamamaktadır.
- Atomların spektrum çizgilerinden bazıları daha parlaktır. Bu durumu açıklayamamaktadır.

② a) Kuantum mekaniğine göre elektronun yeri kesin olarak bilinememektedir. Sadece bulunma ihtimali yüksek olan yerlerden bahsedilir. Elektronun belli bir konumda bulunma olasılığını gösteren matematiksel fonksiyona olasılık dalgası ya da De Broglie dalgası denir.

b) De Broglie dalgasının dalga boyu $\lambda = \frac{h}{p}$ ile hesaplanır. Buna göre dalga boyu Planck sabitine ve elektronun momentumuna bağlıdır.

③ Heisenberg Belirsizlik İlkesi'ne göre bir parçacığın aynı anda hem momentumu hem de konumu tam doğrulukta ölçülemez çünkü bir taneciğin hızını ve yerini ölçmek için uygun dalga boyundaki ışıkla aydınlatılıp görülmesi gerekir. Taneciğe gönderilen ışınlar taneciğin hızını ve yerini değiştirdiği için aynı anda momentumu ve yeri tam doğrulukta ölçülemez.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 160-162.

Etkinlik No.: 77

1. Yönerge

Erwin Schrödinger: Elektronun bulunma ihtimalinin olduğu yerlerin hesaplanmasına yarayan bir kuram geliştirdi. Schrödinger'in modeli üç kuantum sayısı içeren üç boyutlu bir modeldir. Heisenberg belirsizliklerini destekleyen Schrödinger, elektronların hareketini dalga paketleri hâlinde kendi adıyla anılan Schrödinger dalga denklemleri ile ifade etti. Bohr Atom Teorisi'nde yer alan açısal momentumu, yarıçapı ve enerji seviyelerini doğruladı. Elektromanyetik dalgaların yanında madde (olasılık) dalgaları diye bir dalga türü ortaya çıkardı.

Feza Gürsey: İlk yayınlanan çalışması "Tek Boyutlu Bir İstatistiksel Mekanik Sistem" başlıklı makalesidir. Haziran 1950'de "Kuaterniyonların Alan Denklemlerine Uygulanması" adlı tezini yazdı. "İki Bileşenli Dalga Denklemleri Üzerine" adlı makalesi Physical Review dergisinde yayınladı. Genel relativite, konform grup ve kuaterniyonlarla ilgili çalışmalar yaptı. 1960'lı yıllarda Kiral Bakışım Kuralı'nı ortaya koyarak uzay-zaman bakışımı çalışmalarının genişletilmesini sağladı. Kuantum renk dinamiği kuramı çerçevesinde, çalışmalarına imza attı.

Asım Orhan Barut: Grup gösterimlerini dinamik sistemlere uyguladı. Böylece dinamiğin altında geniş bir geometrik yapının yer aldığı düşüncesi kuvvet kazandı. Temel parçacıkların sınıflandırılması konusunda çalıştı. Mezon ve baryonların sekizli simetri diyagramlarını yayınladı. Temel parçacıkların yapı taşları ve bunların arasındaki temel kuvvetler konusunda kuark modeline karşı bir seçenek olarak magnetik modeli geliştirdi.

Behram N. Kurşunoğlu: Albert Einstein ile birlikte simetri olmanın yer çekimi kuramları üzerine çalışmalar yaptı. Temel çalışma alanları arasında; Birleşik Alan Kuramı, Çekirdek Enerjisi ve Genelleştirilmiş İzafiyet Teorisi vardır.

2. Yönerge

① Schrödinger dalga denklemi, bir elektronun belli bir anda nerede olacağını değil orada olma ihtimalinin ne olduğu hakkında bilgi veren bir dalga denklemdir. Başka bir deyişle atom içinde hareket eden elektronların doğru konumundan söz edilememektedir. Fakat bulunma ihtimalinin yüksek olduğu yerler tespit edilebilir. Bu bağıntıyı matematiksel olarak ifade eden dalga fonksiyonu Schrödinger dalga denklemdir.

Baş Kuantum Sayısı (n): Elektron bulutunun çekirdeğe olan uzaklığı ile ilgili olup sıfırdan farklı olan tam sayılardır. Bu tam sayılar; $n = 1, 2, 3, \dots$ şeklinde ifade edilir. Bunlar atomun enerji seviyelerini gösterir. Bu enerji seviyelerine kabuk ya da elektron kabuğu denir.

Orbital Kuantum Sayısı (Açısal Momentum Kuantum Sayısı): Elektron bulutları, atomda elektrik alanlar oluşturur. Bu elektrik alanlar, enerji seviyelerinde ayrılmalara neden olur. Bu ayrılmalar, alt enerji düzeyleri oluştururlar. Bu ayrılmaların nasıl olacağını ve açısal momentumun büyüklüğünü orbital kuantum sayısı belirler. Orbital kuantum sayısı baş kuantum sayısına bağlıdır. Orbital kuantum sayısı; $l = 0, 1, 2, 3, \dots (n - 1)$ değerlerini alabilir.

Manyetik Kuantum Sayısı (m_l): Manyetik alan etkisinde kalan orbitallerin uzaydaki yönelimini gösterir. Bu orbitaller, dış manyetik alanla etkileşerek çeşitli enerji seviyelerine ayrılır. Bir alt kabuk için m_l 'nin alacağı değerler, açısal momentum kuantum sayısının alacağı değerlere bağlıdır.



CEVAP ANAHTARLARI

Spin Manyetik Kuantum Sayısı (m_s): Elektron çekirdek çevresinde dönerken kendi eksenini etrafında da döner. Elektronun kendi eksenini etrafındaki dönme hareketine spin hareketi denir. Spin hareketi, elektrona bir açısal momentum kazandırır. Bu durumda dış manyetik alan ile etkileşim açısal momentumun bu dış manyetik alan doğrultusunda iki yönde bileşeni olacak şekildedir. Bunlar alanla aynı yönlü ve alanla zıt yönlüdür. Bu durum elektronun iki zıt yöndeki spin hareketi yapmasından kaynaklanır. Böylece spin manyetik kuantum sayısı (m_s) $\mp \frac{1}{2}$ değerlerini alabilir. Spin manyetik kuantum sayısından sadece iki değer alması olduğu gibi fizik biliminde de Türk bilim insanlarının başarılı oldukları söylenebilir.

- ② Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Türk bilim insanlarının Modern Atom Teorisi'ne katkıları azımsanamayacak kadar fazladır. Bu çalışmalar neticesinde ismi geçen Türk bilim insanlarından bazıları uluslararası ödüller almıştır. Bundan dolayı her bilim dalında olduğu gibi fizik biliminde de Türk bilim insanlarının başarılı oldukları söylenebilir.
- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Nanoteknoloji, süper iletkenlik, elektron mikroskopları, kristal yapılar, nükleer fizik, elektronik devre elemanları vb.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 160-162.

Etkinlik No.: 78

2. Yönerge

- ① Büyük patlama teorisi, evrenin genişlediğini ve başlangıcının nasıl olduğunu teorik olarak açıklamıştır. Buna göre zaman ilerledikçe evren genişliyorsa zamanı geriye doğru işlettiğimizde evrenin büzülmesi gerekir. Yani evren bir önceki gün, bugünden daha küçük bir yapıdadır. Buna durum, zamanda geriye doğru gidildiğinde evrenin başlangıçta nokta boyutundaki çok yoğun bir yapı olduğunu ve daha sonra bu çok yoğun yapının patlaması ile oluşabileceğini gösterir. Hubble, teleskobu ile uzak galaksilerden gelen ışınları incelediğinde galaksilerden gelen ışığın renk tayfının kırmızıya kaydığını ölçmüştür. Işığın renk tayfının kırmızıya kayması, Doppler olayından kaynaklanmaktadır. Buna göre evrendeki tüm galaksiler birbirinden uzaklaşmaktadır.
- ② Baba oğlundan uzaklaşırken saniyede bir top atmaya devam ettiğinde bu toplar oğluna bir saniyeden daha uzun süre aralıklarıyla ulaşır. Işık kaynağı gözlemciden uzaklaştığında gözlemci tarafından ışık kaynaklarının boyu büyür ve algılanan ışığın rengi elektromanyetik dalga spektrumunda kırmızıya yaklaşır. Bu olaya kırmızıya kayma denir. Babanın uzaklaşırken attığı topların oğluna ulaşma süresindeki artış, ışık dalgalarında kırmızıya kayma olayına karşılık gelir. Edwin Hubble, galaksilerden gelen ışığı incelemiş ve ışıktaki kayma ile galaksilerin Dünya'ya olan uzaklıkları arasındaki ilişkiyi bulmuştur. Hubble Yasası olarak bilinen bu fikre göre galaksiler konumumuza oranla bir görünür hızla sahiptirler. Bunlardan en yüksek görünür hızla sahip olanlar, en uzak olanlardır. Sonuç olarak galaksiler arasındaki uzaklık artmakta (evrenin genişlemesi) olduğuna göre bunların hepsinin geçmişte bir arada olmaları gerektiği düşüncesi ileri sürülmüştür.

- ③ Balon çocuk tarafından şişirildikçe genişleyecek ve balonun yüzeyindeki noktaların arasındaki uzaklıklar artacaktır. Herhangi bir nokta üzerinde bulunduğu varsayılan ve gözlemci olarak kabul edilen bir uğur böceği de başka bir noktaya baktığında bu noktanın kendisinden hızla uzaklaştığını düşünecektir. İşte bu benzetmeden yola çıkarak uğur böceğini Dünya'daki herhangi bir gözlemci, uzaklaşan noktayı da bir galaksi olarak düşünebilir ve balon örneğini büyük patlama teorisi ve evrenin genişlemesi ile ilişkilendirebiliriz.
- ④ Maddenin davranışı nedeniyle evrenin genişlemesinin yaşaması gerektiğini savunan bilimsel düşünceler, bu öngörü ile daha farklı anlayış, gözlem ve deneylere sürüklendi. Büyük patlama evrenin başlangıcını ve zamanla gelişimini açıklayan kozmolojik modeldir. Kozmik fon ışıması, evrenin büyük ölçekteki yapısı, Hubble Yasası ve evrende hafif elementlerin bolluğu da dâhil olmak üzere pek çok fiziksel olguyu başarıyla açıklar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 164-165.

Etkinlik No.: 79

2. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

- Newton, evrenin durağan bir yapıda olduğunu, başlangıcı ve sonu olmayan sonsuz bir evrende yaşadığımızı ileri sürmüştür. Evrenin durağan ve başlangıcının sonsuz kabul edilmesine karşı bilim insanları, geceleri gökyüzünün karanlık olmasını açıklamıyorlardı. Bu duruma Olbers paradoksu denmektedir. Buna göre evren sonsuzdan beri var ise gökyüzünde sonsuz sayıda yıldız bulunmalıydı. Sonsuz sayıdaki yıldızlar, geceleyin gökyüzünde hiç karanlık nokta bırakmayacak şekilde parlamalı, karanlık oluşmamalıydı. 1800'lü yıllarda dillendirilen bu paradoks, 20. yüzyılda cevaplanmıştır. Evrenin bir başlangıcı olması, yıldızların sonsuz sayıda olmaması ve genişleyen evrende yıldızların bize ulaşan ışıklarının kırmızıya kayması, dolayısıyla enerjisinin azalması karanlık oluşmasına neden olmaktadır.
- Evrenin oluşumunu açıklamak amacıyla geliştirilen bir başka teori de durağan hâl teorisidir. Büyük patlama teorisine karşı geliştirilen bu teoriye göre evren sonsuz bir yapıdadır ve başlangıcı olamaz. Büyük patlama teorisinin yanlış hesaplamadan kaynaklanan bazı sonuçlarına karşı tezler geliştirmiştir. Bilim insanı Fred Hoyle (Fred Hoyle) tarafından ortaya atılan durağan hâl teorisine göre evrenin yaşı ile bir gök cisminin yaşı arasında bir çelişki olamazdı. Ancak bir süre sonra Hoyle teorisinden vazgeçmiştir.
- Evrenin oluşumunu anlatan diğer bir teori de plazma evren modelidir. Hannes Alfvén (Hannıs Alfin) tarafından ortaya atılmıştır. Bu modele göre evrenin başı ve sonu yoktur, evren durağandır. Uzay boşluğu, sonsuzdan beri sıcak bir plazma ile doludur. Uzay boşluğunda bizim evrenimiz gibi sayısız evrenler bulunabilir. Aradaki uzaklıktan dolayı başka evrenlerin ışığı bize ulaşmayabilir. Işığın Doppler olayına plazmanın ışığı soğurması neden olabilir. Plazma evren modeli, Büyük patlama teorisinden daha iyi cevaplar oluşturmadığı için bilim insanlarının çok azı tarafından savunulmaktadır.



CEVAP ANAHTARLARI

3. Yönerge

► **Kırmızıya Kayma, Hubble Yasası ve Evrenin Genişlemesi:** Işık kaynağı gözlemciden uzaklaştığında ışık dalgalarının dalga boyu büyür ve algılanan ışığın rengi elektromanyetik dalga spektrumunda kırmızıya yaklaşır. Bu olaya kırmızıya kayma denir. 1929 yılında Amerikalı astronom Edwin Powell Hubble'in Los Angeles'ta bulunan Wilson Dağı'nda yaptığı bir dizi gözlemin sonuçları, 1914 yılında Melvin Slipher tarafından gösterilen, birçok galaksiden gelen ışığın renk spektrumunda kırmızıya kaydığı düşüncesiyle birleştirildi. Hubble, galaksilerden gelen ışığı inceledi ve ışıktaki kayma ile galaksilerin Dünya'ya olan uzaklıkları arasında bir ilişki buldu. Hubble Yasası olarak bilinen bu fikre göre galaksiler konumumuza oranla bir görünür hızla sahiptirler. Bunlardan en yüksek görünür hızla hareket edenler en uzak olanlardır. Sonuç olarak galaksiler arasındaki uzaklık artmakta olduğuna göre bunların hepsinin geçmişte bir arada olmaları gerektiği düşüncesi ileri sürülmüştür.

► **Kozmik Mikrodalga Arka Plan Işınması:** 1965 yılında Arno Penzias ve Robert Wilson, Bell laboratuvarında yaptıkları çalışmada bir kozmik arka plan ışıması keşfettiler. Yani evreni dolduran, her yönden Dünya üzerine gelen, bilinen kaynak türleri ile açıklanamayan bir elektromanyetik dalga yayılımının varlığını kanıtladılar. Penzias ve Wilson'un yaptığı gözlemler, bu ışımanın 2,725 K sıcaklık ve 1,9 mm'de maksimum değerine ulaşan bir kara cisim ışıması dağılımına sahip olduğunu göstermişlerdir. Dalga boyu 1,9 mm olan elektromanyetik ışıma "mikrodalga" bölgesinde kaldığından Penzias ve Wilson'un keşfine "kozmetik mikrodalga arka plan ışıması" adı verilmiştir.

► **Çekirdeklerin Sentezlenmesi (Nükleosentez):** Nükleosentez, proton ve nötronlardan atom çekirdeklerinin üretimi anlamına gelir. Evrenin oluşumunun ilk üç dakikasında foton sıcaklığı proton ve nötrondan döteryum oluşturacak kadar düşmüştü ($p + n \rightarrow d + \gamma$). Bu zamandan önce sadece foton vardı ve bu an itibariyle birtakım reaksiyonların gerçekleştiği nükleosentez sürecine girilmiş oldu. İşte bu sıcaklıkta nükleosentez veya hafif elementler oluşmaya başladı. Çok kısa bir zaman aralığında protonlar ve nötronlar çarpışarak döteryumu; döteryumlar, proton ve nötronlarla çarpışarak çoğunluğu hidrojen ve helyum olmak üzere az miktarda da lityumu oluşturdular. Bu tepkimeler gözlemsel verilerle de uyushmaktadır. Helyum oranının %23'ün altında olduğu bir yerin bulunmayışı, bu elementin evrenin çok sıcak bir anında meydana geldiğinin kanıtıdır ve bu büyük patlama teorisinin köşe taşıdır. Evrendeki sıcaklık bu reaksiyonların gerçekleşmesi için gereken sıcaklığın altına düştüğünde nükleosentez durdu (yaklaşık 13 dakika sonra) ve sonraki 300 000 yıl boyunca bir reaksiyon olmadı. Evren genişlemeye ve soğumaya devam etti, öyle ki evrendeki fotonun enerjisi hidrojeni iyonize edip proton ve nötron oluşturmaya yetecek kadar büyüktü. Foton enerjisi bu değerin altına düşünce elektronlar protonlarla bir araya geldiler ve böylelikle "atom", daha doğrusu hidrojen atomu oluştu. Bu tür "atomik sentezleme" başladığında evrenin sahip olduğu elektrik yükü azalmaya başladı. Artık fotonun etkileşime gireceği yüklü parçacıklar azalmaya ve evren ışımaya başlamıştı. Etkileşmeden kurtulan fotonlar evrenin genişlemesi nedeniyle kırmızıya kayar. Bu ışıma da yaklaşık 15 milyar yıl sonra kozmik mikrodalga arka plan ışıması olarak keşfedilecektir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 164-165.

Etkinlik No.: 80

- 1 a) Güçlü (yeğin) çekirdek kuvveti; çekirdekte bulunan parçacıkları bir arada tutan kuvvettir. Temel kuvvetler içinde şiddeti en büyük olan kuvvettir.
- b) Elektromanyetik kuvvet; atom ve moleküller arasında etkin olan kuvvettir. Bu kuvvet, elektrostatik kuvvet, manyetik kuvvet ve hareketli yüklerin elektromanyetik etkileşimlerini kapsar. Güçlü (yeğin) çekirdek kuvvetinden sonra büyüklük olarak ikinci sırada yer alır.
- c) Zayıf çekirdek kuvveti, çekirdekteki kararsızlığı meydana getiren kuvvettir. Radyoaktif bozunmaların birçoğunda pay sahibidir. Büyüklük olarak üçüncü sırada yer alır.
- ç) Kütle çekim (gravitasyonel) kuvveti, kütlesi olan tüm cisim ve parçacıklar arasında etkin olan uzun menzilli bir kuvvettir. En zayıf kuvvettir.

Kısa menzilli kuvvetler	Uzun menzilli kuvvetler
Güçlü (yeğin) çekirdek kuvveti	Elektromanyetik kuvvet
Zayıf çekirdek kuvveti	Kütle çekim (gravitasyonel) kuvveti

- 3 Standart model; temel parçacıkları ve etkileşimlerini güçlü (yeğin) çekirdek kuvveti, elektromanyetik kuvvet ve zayıf çekirdek kuvvetiyle açıklar.
- 4 Öğrencilerin vereceği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Standart modelin kütle çekim kuvveti ile nasıl birleştirileceği henüz bilinmemektedir. Ayrıca madde miktarının anti madde miktarından fazla olmasının sebebi açıklanamamaktadır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 165-169.

Etkinlik No.: 81

1

Tablo 1

Nesil	1. Nesil		2. Nesil		3. Nesil	
	Sembölü	Adı	Sembölü	Adı	Sembölü	Adı
Kuarklar	u	yukarı	c	tılsım	t	üst
	d	aşağı	s	garip (acayip = tuhaf)	b	alt

Tablo 2

Nesil	1. Nesil		2. Nesil		3. Nesil	
	Sembölü	Adı	Sembölü	Adı	Sembölü	Adı
Lep-tonlar	e	elektron	μ	müon	τ	tau
	ν_e	elektron nötrino	ν_μ	müon nötrino	ν_τ	tau nötrino

CEVAP ANAHTARLARI

- ② Kuarklar bir araya gelerek hadronları oluşturur. Hadronlar, baryonlar ve mezonlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Üç kuarkın bir araya gelerek oluşturduğu atom altı parçacıklara baryonlar, bir kuark ve bir antikuarın bir araya gelerek oluşturduğu atom altı parçacıklara ise mezonlar denir.
- ③ Proton ve nötronlar baryonlar, elektronlar ise leptonlar grubuna aittir. Protonlar iki yukarı ve bir aşağı kuarktan, nötronlar ise bir yukarı iki aşağı kuarktan oluşan baryonlardır.
- ④ Abdus Salam, Sheldon Lee Glashow ve Steven Weinberg Nobel Ödülü'nü elektromanyetik kuvvet ve zayıf çekirdek kuvvetinin birleşik bir kuvvet görünümünde olduğunu keşfetmeleri üzerine almışlardır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 165-169.

Etkinlik No.: 82

- ① Aşağı ve yukarı kuark birleşerek nötron ve protonu oluşturur. Proton ve nötron birleşerek atom çekirdeğini oluşturur. Çekirdek ile elektronun bir araya gelmesiyle atom oluşur. Atomların bir araya gelmesiyle molekül meydana gelir. Moleküllerin bir araya gelmesiyle de su damlası oluşur.
- ② Kuarkları bir arada tutan kuvvet, yeğin nükleer kuvvet; kuvvet taşıyıcısı ise gluondur. Proton ve nötronları bir arada tutan kuvvet, zayıf nükleer kuvvet; kuvvet taşıyıcısı ise W^+ , W^- ve Z bozonlarıdır. Atom çekirdeği ile elektronları bir arada tutan kuvvet, elektromanyetik kuvvet; kuvvet taşıyıcısı ise fotondur.
- ③ Bir parçacığın kütlesi yoksa Higgs alanıyla etkileşmiyordu.
- ④ Higgs bozonu standart modelde spini 0 olan tek parçacıktır. Elektromanyetik, güçlü ve zayıf etkileşimlerin aksine Higgs mekanizması kuvvet benzeri bir şeyle sonuçlanmaz ve durağan kütlenin kaynağı olarak görülür.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 169-170.

Etkinlik No.: 83

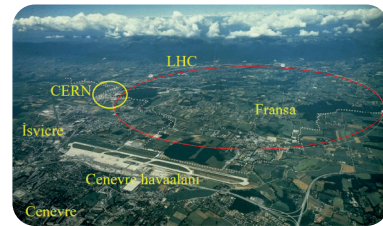
- ① Protonun oluşması için iki yukarı kuark ile bir aşağı kuark bir araya gelmelidir. Etkili olan kuvvet, güçlü nükleer kuvvettir. Kuvvet taşıyıcısı ise gluondur.
- ② Nötronun oluşması için bir yukarı kuark ile iki aşağı kuark bir araya gelmelidir. Etkili olan kuvvet, güçlü nükleer kuvvettir. Kuvvet taşıyıcısı ise gluondur.
- ③ Proton ve nötronlar güçlü nükleer kuvvet sayesinde atom çekirdeğini oluşturur. Kuvvet taşıyıcısı ise gluon bozonudur. Çekirdeğin çevresindeki elektronlar, elektromanyetik kuvvet ile bir arada kalır. Kuvvet taşıyıcısı ise fotondur.
- ④ Bir $^{32}_{16}\text{S}$ ve iki $^{16}_8\text{O}$ atomunda toplam 32 proton, 32 nötron ve 32 elektron bulunmaktadır. Bir tane protonda iki yukarı kuark ve bir aşağı kuark vardır. Bir nötronda bir yukarı kuark ve iki aşağı kuark vardır. Bu durumda SO_2 molekülünün oluşması için 96 yukarı kuark ve 96 aşağı kuark ve 32 elektron gereklidir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 169-170.

Etkinlik No.: 84

- ① CERN, Avrupa Nükleer Araştırmalar Konseyi anlamına gelen Fransızca "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire"nin kısaltmasıdır. CERN'in adı daha sonra Fransızca "Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire" ve İngilizce "European Organization for Nuclear Research" olarak değiştirilmiş ancak CERN ismi kullanılmaya devam edilmiştir. Türkiye'de Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi olarak bilinmektedir.

CERN, II. Dünya Savaşı'nın ardından 12 Avrupa ülkesinin bir araya gelerek bilim ve teknoloji alanında ABD ve Japonya ile rekabet edebilmek amacıyla "Barış İçin Bilim" sloganı ile Cenevre yakınlarında, İsviçre-Fransa sınırında 1954 yılında kurulmuş Dünya'nın en büyük parçacık fiziği ve hızlandırıcı merkezidir (Görsel 1). Ülkeler CERN'e üye olabilmektedirler. 2019 yılı itibarıyla CERN'e 23 ülke tam üye, 2 ülke tam üyeliği hedefleyen ortak üye, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 5 ülke ortak (asosye) üye, 6 ülke ve kuruluş gözlemci üye, 58 ülke ise ilişkili üyedir.



Görsel 1: CERN yerleşkesinin bulunduğu bölge

CERN'de demet enerjileri GeV, TeV mertebesinde olan elektron, pozitron, proton, antiproton vb. yüklü parçacık demetlerinin hızlandırılması, çarpıştırılması ve ortaya çıkan verinin büyük ölçekli dedektörler aracılığı ile toplanması ve analizi yoluyla, evrenin oluşumu ve yapısı, temel parçacıkların etkileşimleri, standart model ve ötesi, kütle kazanım mekanizması, nötrino ve bozon, süpersimetri, karanlık madde ve karanlık enerji konularında araştırmalar yürütülmektedir.

CERN'de yapılan çalışmalar 6 kez Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüştür. Bu ödüller: Nükleer manyetik hassasiyet ölçümü için yeni yöntem geliştirilmesi (F. Bloch, 1952 Nobel Ödülü), J/psi parçacığının keşfi (S. Ting, 1976 Nobel Ödülü), W , Z bozonlarının keşfi (C. Rubia, V. der Meer, 1984 Nobel Ödülü), müon nötrinonun keşfi (J. Steinberger, 1988 Nobel Ödülü), çok kanallı dedektör odacığının keşfi (G. Charpak, 1992 Nobel Ödülü), Higgs Bozonu'nun keşfi (P. Higgs, F. Englert, 2013 Nobel Ödülü).

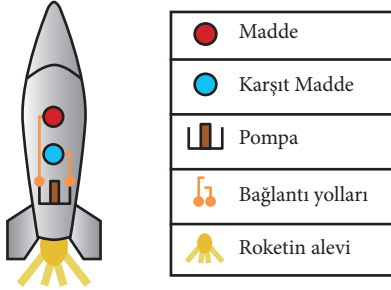
- ② Antimadde: Antiparçacıklardan oluşan ve maddenin kendisiyle aynı özellikte ama zıt işaretli yüklü karşıt eşidir. Antiparçacıkların, dolayısıyla antimaddenin varlığı ilk kez 1928 yılında İngiliz fizikçi Paul Dirac (Pol Direk) tarafından öngörülmüştür. Dirac, göreceli hızda (ışık hızı) hareket eden bir elektronun davranışını tanımlamak için kuantum teorisi ile özel göreliliği birleştiren bir denklem oluşturmuştur. 1933 yılında bu denklem ile Nobel Ödülü'nü kazanmıştır. Dirac, denkleminin tıpkı iki kök içerebilen matematiksel bir denklemde olduğu gibi ($X^2 = 4$ ise $X = 2$ veya $X = -2$ olabilir.) iki çözümü olduğunu açıklamıştır. Çözümlerden biri pozitif, diğeri negatif enerjili elektronlar için gerçekleşmektedir. Ancak klasik fizik ve o devirde yerleşik olan inanışa göre parçacığın enerjisinin her zaman pozitif bir sayı olması gerektiği şeklinde olmuştur. Dirac, enerjinin negatif çıkmasını her parçacık için tam olarak kendisiyle aynı özelliklere sahip fakat zıt yüklü karşıt bir parçacık olması gerektiği şeklinde yorumlamıştır. Örneğin elektron için her yönden elektronla aynı ancak pozitif elektrik yüküne sahip bir antielektron yani pozitron olması gerektiğini öngörmüştür. Bu öngörü, antimadde içeren evrenin ve galaksilerin olasılığını doğurmuştur.

CEVAP ANAHTARLARI

- 3 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhtemel cevaplar:

1. Örnek: Antiparçacıklardan yararlanılarak geliştirilen pozitron salma tomografisi sayesinde tıpta, beyin ve kalbin işleyişine dair teşhisler konulabilmektedir. Örneğin beyin kanaması geçiren bir hastanın beyinin hangi bölgesinde kanama olduğunun tespit edilebilmesi için beyin tomografisi çekilmektedir. Bunun için hastaya öncelikle pozitron yayan radyoaktif madde, glikoz çözeltisi ile enjekte edilmektedir. Beyne ulaşan radyoaktif maddeden yayılan pozitronlar elektronlar ile çarpışır. Bu çarpışma sonucunda yayılan gama ışınları, pozitron salma tomografisi taraması ile belirlenir ve beyne ait görüntüler, bilgisayarlar aracılığıyla elde edilir. Beyindeki damarlar içerisinde ilerleyen radyoaktif maddeden çıkan pozitronların oluşturduğu gama ışınlarının bilgisayar ekranındaki görüntüsü, düzgün bir yol izlemektedir. Bu izlerin düzgün olmadığı bölgelerden yola çıkılarak hasarlı damarlar belirlenebilir. Pozitron salma tomografilerinin çalışma prensibi, pozitron ile elektronun çarpıştırılması sonucunda saçılan gama ışınlarının taranması ile hasarlı bölgelerin belirlenmesine dayanmaktadır. Tıpta kullanılan bu teknolojinin parçacıklarla ilgili çalışmalara dayanması, bu alandaki araştırmaların önemini ortaya koymaktadır.

2. Örnek: NASA'da (Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) çalışan bir grup bilim insanı aşağıdaki şekilde modellendiği gibi bir antimadde roketi tasarımı yaptıklarını açıklamıştır. Antimadde roketi, çok uzak mesafelerin az yakıtla ve kısa sürelerde alınabilmesi için tasarlanan bir roket çeşididir.



Antimadde roketlerinde madde-antimadde reaksiyonları sonucu oluşan büyük miktardaki enerjinin roketin hareketi için gerekli itme gücünü oluşturması planlanmaktadır. Bu reaksiyonlarda açığa çıkan enerji, nükleer fisyon reaksiyonları sonucu oluşan enerjiden 1000 kat, nükleer füzyon reaksiyonları sonucu oluşan enerjiden ise 300 kat daha fazladır. Antimadde roketi kullanan bir uzay aracının 10 miligramlık antimadde ile 45 günde Mars'a ulaşabileceği düşünülmektedir.

- 4 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılıklar görülebilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 171.

Etkinlik No.: 85

1. Yönerge

Yeşil Küre: Elektrondur, madde parçacığıdır.

Mavi Küre: Pozitrondur, elektronun antiparçacığıdır ve bir antimadde parçacığıdır.

Sarı Küre: Protondur ve madde parçacığıdır.

Kırmızı Küre: Antiprotondur, protonun antiparçacığıdır ve bir antimadde parçacığıdır.

Siyah Küre: Nötrondur, madde parçacığıdır.

Beyaz Küre: Antinötrondur, nötronun antiparçacığıdır ve bir antimadde parçacığıdır.

Helyum: Proton, nötron ve elektron sayısı 2'dir. Antihelyum atomunun modelini oluşturmak için 2 adet antiproton yani kırmızı, 2 adet pozitron yani mavi ve 2 adet antinötron yani beyaz küre gereklidir.

Sodyum: Proton ve elektron sayısı 11, nötron sayısı 12'dir. Antisodyum atomunun modelini oluşturmak için 11 adet antiproton yani kırmızı, 11 adet pozitron yani mavi ve 12 adet antinötron yani beyaz küre gereklidir.

Azot: Proton, nötron ve elektron sayısı 7'dir. Antiazot atomunun modelini oluşturmak için 7 adet antiproton yani kırmızı, 7 adet pozitron yani mavi ve 7 adet antinötron yani beyaz küre gereklidir.

2. Yönerge

Hipotez 1: Sarı küre proton, yeşil küre elektrondur. Proton elektrondan daha büyük kütleye sahiptir. Bu nedenle sarı küreye etki eden yer çekimi kuvveti, yeşil küreye etki eden yer çekimi kuvvetinden daha büyük olmalıdır. Hipotez hatalıdır.

Hipotez 2: Kırmızı küre antiprotondur ve sarı kürenin antiparçacığını temsil etmektedir. Bu nedenle dönüş yönleri zıt olan cisim ve görüntüsü ile eşleştirilebilmeleri mümkündür. Antiparçacıklar zıt işaretli spine sahiptir. Açıl momentumları zıt yönlüdür. Hipotez doğrudur.

Hipotez 3: Yeşil ve mavi küreler elektron ve pozitron olduklarından parçacık-antiparçacık ikilisidir. Parçacık ve antiparçacığın kütleleri eşittir. Bu nedenle kürelere etki eden yer çekimi kuvvetleri aynı olmalıdır. Hipotez doğrudur.

Hipotez 4: Parçacıkların tarihsel keşif süreci incelendiğinde pozitron yani mavi küre, ilk keşfedilen antiparçacıktır. Hipotez hatalıdır.

3. Yönerge

Bu küreler elektron ve elektronun antiparçacığı olan pozitronu temsil etmektedir. İki foton oluşmasının temel nedeni momentumun korunumu ile ilgilidir. Başlangıçta durgun olan elektron ve pozitron için ilk momentum sıfırdır. Momentum korunumuna göre son momentumun da sıfır olması gerekir. Bu nedenle zıt yönlü ve eşit enerjili iki foton oluşur. Sarı ve kırmızı kürelerin temsil ettiği parçacıklar (proton ve antiproton) bir araya getirilirse yüksek enerji oluşabilir çünkü enerji oluşumu bir parçacık ile antiparçacık bir araya getirilince gerçekleşmektedir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 171.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 86

- ① Koşucu yarışı bitiremez. Çünkü koşucunun yarışı bitirebilmesi için sonsuz defa durup dinlenmesi gerekmektedir. Koşucu, durup dinlendiği her seferden sonra kalan kısmın yarısını koşacağı için bitiş noktasına hiçbir zaman varamayacaktır.
- ② Kararsız atomlar da ışıma yaparak başka bir çekirdek yapısına ulaşırlar. Her bir mola yerine ulaşmak için geçen süre, yarı ömür olarak adlandırılabilir. Kararsız atomlar kararlı hâle gelirken yaptıkları radyoaktif bozunma sonucunda kütle kaybına uğrar. Bu radyoaktif bozunma kararlı bir yapıya ulaşınca sona erer.
- ③ Radyoaktif maddenin atomlarının kararlı hâle gelene kadar yaptıkları radyoaktif bozunma sebebiyle o radyoaktif maddeyi oluşturan atomların yarısı diğer bir elemente dönüşür. Dönüşüm döngüsü bittiğinde radyoaktif bozunma da sona erecektir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 174-175.

Etkinlik No.: 87

①

Çekirdek	Kararlı olup olmadığı	Hangi dönüşümü yaptığı
$^{80}_{20}\text{E}$	Kararsız	Nötron protona dönüşür.
$^{35}_{20}\text{G}$	Kararlı	Dönüşüm yapmaz.
$^{110}_{70}\text{L}$	Kararsız	Proton nötrona dönüşür.
$^{70}_{20}\text{M}$	Kararsız	Nötron protona dönüşür.
$^{80}_{45}\text{A}$	Kararlı	Dönüşüm yapmaz.
$^{60}_{10}\text{R}$	Kararsız	Nötron protona dönüşür.
$^{97}_{20}\text{Z}$	Kararsız	Nötron protona dönüşür.

- ② Çekirdek içindeki protonlar arasında itme kuvveti vardır. Bu itme kuvveti, çekme kuvvetinden büyük ise bu tip çekirdekler kendiliğinden radyoaktif bozunma yapabilirler. Bunlar kararsız olarak adlandırılırlar ve doğal radyoaktif maddelerdir.
- ③ Röntgen, katot ışınları üzerinde çalışırken X ışınlarını keşfetmiştir. Curie ise bu ışınlar üzerinde çalışarak yeni elementlerin bulunmasına öncü olmuştur. Daha fazla bilgi için <https://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/panel/EKitapUniteOnizle.aspx?id=346&sayfa=216> adresini ziyaret ediniz.

- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhemel cevaplar:
 - Kobalt-60 kullanılarak ışıma altında oluşan kimyasal tepkimeler incelenebilir.
 - Bitkilerin bünyesine düşük miktarda karbon-14 verilerek izlenebilir. İnsan vücudu için zararlı olsa da bitkiler için oldukça yararlı bir durumdur. Bu yöntemle tohum ıslahı yapılarak yeni ürünler geliştirilmiştir.
 - Kanser ve tümör tedavisinde X-ışınları tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Hastaların anjiyo yapılmasında da radyoaktif maddelerden yararlanılır.
 - Birçok endüstri ürününün üretim aşamasındaki nem ve yoğunluk gibi ölçümleri ışımdan yararlanılarak yapılır.
 - Ahşap eşyaların ya da kumaşların yapıldığı tarih, karbon-14 metodu ile bulunabilir. Böylece eski uygarlıkların araştırılmasında ve tarihlendirilmesinde önemli avantajlar sağlanır.
 - Denizaltı ve uzay araçlarının hareketi sağlanabilir. Bununla birlikte santrallerden elektrik enerjisi de elde edilebilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 174-175.

Etkinlik No.: 88

- ① $\frac{n}{p} > 1$ bölgesinde bulunan çekirdeğin β^- bozunması yaparak nötronun protona dönüşmesi beklenir. Ayrıca çekirdek uyarılmış halde kalmış ise γ bozunması yapması da beklenir.
- $\frac{n}{p} < 1$ bölgesinde bulunan çekirdeğin β^+ bozunması yaparak protonun nötrona dönüşmesi beklenir. Ayrıca çekirdek uyarılmış halde kalmış ise γ bozunması yapması da beklenir.
- ② α ve β radyoaktif bozunumu gerçekleştiren bazı tepkimelerin sonunda çekirdek, uyarılmış hâlde kalır. Bu durumda çekirdek uyarılmış enerji seviyesinden temel enerji seviyesine geçişte gama (γ) ışını adı verilen fotonlar yayınlıyarak enerji kaybeder.
- ③ α bozunması ^4_2He (helyum) çekirdeğidir. Buna göre α bozunması yapan bir çekirdeğin atom numarası 2, nükleon sayısı 4 azalır.
- ④ $^{238}_{116}\text{X} \rightarrow 2\ ^4_2\text{He} + ^{230}_{112}\text{Y}$ şeklinde bulunur. Atom numarası 4, kütle numarası 8 azalır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 175-178.

Etkinlik No.: 89

- ① Çekirdeğin I numaralı bölgede yaptığı radyoaktif bozunma α bozunmasıdır. II numaralı bölgede yaptığı ışıma β^- , III numaralı bölgede yaptığı radyoaktif bozunma β^+ bozunmasıdır. Bunların dışında çekirdeğin enerjisi fazla ise γ bozunması da olur.
- ② Çekirdeğin tüm radyoaktif bozunmalar sonucunda eğer enerjisi fazla ise γ bozunması yapabilir.
- ③ Radyoaktif bozunma sonunda beklenen $\frac{n}{p}$ oranının 1'e yakın olmasıdır. Son durumda nükleon sayılarını hesaplırsak nötron sayısı $n = 222 - 108 = 114$, proton sayısı $p = 108$ bulunur.
 $\frac{n}{p} = \frac{114}{108} > 1$ olduğu için kararlı olmadığı söylenebilir. Bu durumda atomun β^- bozunması yapması beklenir. Ayrıca enerjisi fazla ise γ bozunması da yapabilir. Çekirdeğin enerjisi azalır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 175-178.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 90

1. Yönerge

- a) Nükleer fisyon olayıdır. Çünkü uranyum çekirdeği nötronla bombardıman edildikten sonra kütle numarası küçük ürünler ortaya çıkmıştır.
- b) Nükleer füzyon olayıdır. Çünkü dört hafif çekirdek daha ağır bir çekirdek ürün oluşturmuştur.
- c) Nükleer füzyon olayıdır. Çünkü iki hafif çekirdek daha ağır bir çekirdek ürün oluşturmuştur.
- ç) Nükleer fisyon olayıdır. Çünkü uranyum çekirdeği nötronla bombardıman edildikten sonra kütle numarası küçük ürünler ortaya çıkmıştır.

2. Yönerge

Uygun değerler kırmızı renkte yazılarak verilmiştir.

Tepkimeler
${}^1_0n + {}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{138}_{54}\text{Xe} + {}^{98}_{40}\text{Zr} + 4({}^1_0n) + \gamma$
${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \gamma$
${}^3_2\text{He} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^0_1e + \gamma$
${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{95}_{42}\text{Mo} + {}^{139}_{57}\text{La} + 2({}^1_0n) + 7\gamma$

3. Yönerge

Fisyon ve Füzyon Olaylarının Özellikleri
1. Güneşteki tepkimeler füzyon tepkimesidir.
2. Yüksek sıcaklık ve yoğunlukta füzyon reaksiyonları meydana gelebilir.
3. Füzyon olayında, fisyon olayında açığa çıkan enerjiden daha fazla enerji ortaya çıkar.
4. Fisyon olayı ile nükleer santrallerde elektrik enerjisi elde edilir.
5. Atom bombasında fisyon, hidrojen bombasında füzyon tepkimeleri gerçekleşmektedir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 178-179.

Etkinlik No.: 91

Bu etkinlik öğrencilerin yorumuna bırakılmıştır. Öğrencilerin yaptığı yorumlara göre farklılık gösterebilir. Etkinlikte geçen bir ya da birden fazla konu, oluşturulacak gruplar ile yapılacak tartışmanın konusu olarak ele alınabilir. Bu amaçla öğrencilerden yapılandırdıkları bilgileri görsel öğeler (fotoğraflar, resimler, çizimler, karikatürler vb.), grafik düzenleyiciler (kavram haritaları, zihin haritaları, şemalar vb.), e-öğrenme nesneleri ve uygulamaları (animasyon, video, simülasyon, infografik, illüstrasyon, arttırılmış ve sanal gerçeklik vb.) arasından bir tanesini seçerek sunmaları istenebilir. Hazırlanan sunular değerlendirme ölçütü olarak kullanılabilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 178-179.

Etkinlik No.: 92

- ① **Elektromanyetik radyasyon:** Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışık, görünür ışık, morötesi ışık, X ışınları ve gama ışınları.
Parçacık radyasyonu: Alfa, beta ve nötron parçacıkları.
- ② **Doğal radyasyon kaynakları:** Uranyum, toryum, aktinyum, neptünyum, radyum, radon, potasyum, karbon, trityum, muz, patates ve kozmik ışınlar.
Yapay radyasyon kaynakları: X ışını cihazı, nükleer bomba denemeleri, atom bombası, cep telefonu, televizyon, bilgisayar, mikrodalga fırın ve saç kurutma makinesi.
- ③ Radyasyona maruz kalan süre arttıkça radyasyonun vereceği zararın etkisi de artacaktır. Bu nedenle radyasyona maruz kalan ortamda elden geldiğince kısa süre geçirilmelidir. Radyasyon kaynağından uzaklaştıkça radyasyonun zararlı etkileri azalmaktadır. Maruz kalan radyasyon dozu uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak düşmektedir. Radyasyon kaynağı ile canlı arasında engel konmasına zırhlama denir. Zırhlama yapılacak malzemenin yoğunluğu ne kadar yüksekse radyasyona karşı koruyuculuğu da o oranda artar. Değişik radyasyon türlerine karşı farklı maddeler zırhlama amaçlı kullanılabilir.
- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:
► Televizyon olabildiğince uzaktan izlenmelidir.
► Bilgisayar çok uzun süre kullanılmamalı, kullanılırken de olabildiğince uzakta durulmalıdır. Uzun süre kullanmak zorunlu ise kullanımına belirli aralıklarla ara verilmelidir.
► Saç kurutma makinesi uygun bir uzaklıktan ve elden geldiğince kısa süre kullanılmalıdır.
► Cep telefonu olabildiğince uzaktan kullanılmalıdır. Bu amaçla kablolu kulaklık kullanılabilir.
► Kullanılmayan elektrikli aletler prizden çekilmelidir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 180-181.

Etkinlik No.: 93

- ① **İyonlaştırıcı Radyasyon:** Alfa, beta, nötron parçacıkları, X ve gama ışınları.
İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon: Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışık, görünür ışık ve morötesi ışık.
- ② Tıpta radyografi, radyoskopi, bilgisayarlı tomografi, pozitron emisyon tomografisi gibi uygulamalar hastalık teşhisinde ve radyoterapi (ışın tedavisi) gibi uygulamalar hastalık tedavisinde kullanılmaktadır. Endüstride ürünlerin kalite kontrolünde, enerji üretiminde, sterilizasyonda kullanılmaktadır. Tarımda hayvanların yem kalitesinin belirlenmesi, üremelerinin izlenmesi ve hastalıklarının teşhisinde, yiyeceklerin raf ömrünün uzatılmasında kullanılmaktadır.



CEVAP ANAHTARLARI

- ③ İyonlaştırıcı olmayan radyasyon çeşitlerinden morötesi ışıklarına uzun süre ve yüksek dozda maruz kalmak deri yanıkları, deri kanseri ve görme kaybı gibi rahatsızlıklara neden olmaktadır. Diğer İyonlaştırıcı olmayan radyasyon türleri insanlarda baş ağrısı, depresyon, uykusuzluk, yorgunluk, asabiyet, hafıza kaybı gibi problemlere yol açmaktadır.

İyonlaştırıcı radyasyonun canlılara etkileri, hücrelerdeki atomların iyonlaşmasıyla başlamaktadır. Bu durumda hücre normal işlevlerini yerine getiremeyebilir veya diğer hücrelere zarar verebilir. Cilt yanığı, katarakt, kısırlık, kanser, genetik bozukluk gibi sonuçlara sebep olabilir hatta genetik bozukluklar nesilden nesile aktarılabilir. Genel olarak kemik iliği, üreme organları hücreleri, mide-bağırsak ve derideki epitel hücreleri gibi bölünme hızı yüksek olan hücreler radyasyondan daha fazla etkilenir. Karaciğer, böbrek, kas, kemik, kıkırdak ve bağ dokuları gibi bölünme hızı düşük olan hücreler ise daha az etkilenir.

- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:
Atom bombasının patlaması sonucunda çok yoğun şekilde yüksek enerjili gama ve nötron ışını yayılmaktadır. Bu ışınlar patlama sırasında canlı kayıplarına, cilt yanıkları, göz rahatsızlıkları, kısırlık, kanser gibi hastalıklara ve genetik bozukluklara sebep olabilmektedir. Bu genetik bozukluklar nesilden nesile aktarılmaktadır. Radyasyona maruz kalan bitkisel ve hayvansal gıdaları tüketen insanlarda da rahatsızlıklar görülebilmektedir.
- ⑤ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:
Radyasyon yanlış yerlerde veya yanlış dozda kullanıldığında zararlı olacaktır. Fakat doğru yerlerde ve doğru dozda kullanıldığında faydalı olacaktır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 180-181.

Etkinlik No.: 94

- ① Deney ether denilen maddenin varlığının ispatı amacıyla tasarlanmış ve yapılmıştır. Deney sonucunda ise "Dünya hareket etmiyor." ya da "Dünya ether maddesi ile birlikte hareket ediyor." sonucuna ulaşılmıştır.
- ② Bilim insanları, deney ve sonucundan o kadar emindiler ki deneyi değişik şartlarda defalarca tekrarladılar. Bu tekrarlar sabır ve kararlılıkla uzun yıllar sürmüş ve bu sayede ether denilen maddenin varlığının sorgulanmasına neden olmuştur. Ayrıca bu deneyin sonucu, yeni birçok gelişmeye sebep olmuştur.
- ③ Deneyler sonucunda ether maddesinin olmadığı ve ışık hızının boşluktaki her doğrultu ve yönde aynı değere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak deneyler ether denilen maddenin varlığını ispatlamak ve ışık hızının değişken olduğunu belirlemek için yapıldığından deney, yapıldığı yıllarda başarısız kabul edilmiştir.
- ④ Fizik bilimi açısından deneyin her aşaması başarıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak genel kabul ve beklentiler farklı bir sonuç yönünde olduğundan deney başarısızlık olarak nitelendirilmiştir. Başarı ve başarısızlık kavramları felsefe ile ilişkilendirilebilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 189-191.

Etkinlik No.: 95

- ① Deneyde her renk ışık kaynağı ile girişim deseni gözlenebilir. Birden fazla renkte ışık yayan kaynak kullanılırsa her rengin girişim deseni farklı olacağından dedektörde girişim desenleri karışır. Bu nedenle tek renk ışık kaynağı tercih edilmelidir. Beyaz tüm renklerin, magenta ise kırmızı ve mavi renklerin karışımı olduğundan deneyde verilenlerden kırmızı renk ışık kaynağı tercih edilmelidir.

- ② Kaynaktan gelen ışınların bir kısmının A_1 aynasından A_2 aynasına yansıtılması sağlanarak özdeş iki ışın elde edilmiş olur. Aynı zamanda A_2 aynasından yansıtılarak gelen ışınların bir kısmının dedektöre yönelmesi de sağlanmış olur.
- ③ Deneyin yapıldığı yıllarda, ışık dalgalarının ether denilen maddesel bir ortamda yayıldığı görüşü hâkimdi ve deneyin yapıpış amacı bu görüşün ispatlanmasıydı. Işık ışınlarının alacağı yollar eşit olsa da dedektöre geliş süreleri arasında ether etkisiyle bir fark oluşacaktı. Dünya ether ortamıyla aynı doğrultuda hareket ettiğinde Dünyanın hareket doğrultusunda gönderilen ışığın hızı ortam dolayısıyla değişmeli, Dünyanın hareketine dik olarak gönderilen ışığın hızı etherden etkilenmediğinden değişmemeli ve bu iki ışık demeti ekran üzerine düşürüldüğünde ise farklı girişim desenleri oluşmalıydı.
- ④ 1-3 veya 2-4 doğrultusunda olduğunu düşünmüş olabilirler. Deneyin başarılı olması için herhangi bir aynadan yansıyıp dedektöre ulaşan ışının esir rüzgarının etkisiyle hızının değişmesinin yeterli olacağını öngörmüşlerdi.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 189-191.

Etkinlik No.: 96

- ① Cam borudan akan su ışık hızını, kaplardaki sular ise eylemsiz referans sistemlerini temsil etmektedir.
- ② K kabı için $\mathcal{V}_K = \mathcal{V}$
L kabı için $\mathcal{V}_L = \mathcal{V}$
M kabı için $\mathcal{V}_M = \mathcal{V}$
N kabı için $\mathcal{V}_N = \mathcal{V}$ olur.
- ③ K kabı için $\mathcal{V}_K = \mathcal{V}$
L kabı için $\mathcal{V}_L = \mathcal{V}$
M kabı için $\mathcal{V}_M = \mathcal{V}$
N kabı için $\mathcal{V}_N = \mathcal{V}$ olur.
- ④ Bulunan sonuçlara bakıldığında, cam borudan akan suyun hızı, eylemsiz farklı referans noktaları için aynı olmaktadır. Bu durum, Einstein'ın özel görelilik teorisinin temel postülatları olan "fizik yasaları tüm eylemsiz (ivmesiz) referans sistemlerinde aynıdır." ve "Işık hızı, gözlemci ve ışık kaynağının hızından bağımsız olup tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır."

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 191-193.

Etkinlik No.: 97

- ① Öğrencinin yorumuna bırakılmıştır. Muhtemel cevap: Eylemsiz gözlemciye göre cisimlerin hareketleri farklı gözlenebilir.
- ② Newton'a göre, hareket eden sistemler için uzay ve zaman mutlaklıdır. Einstein ise fizik yasalarının eylemsiz referans sistemlerinde farklılık göstermeyeceğini ifade etmiştir.
- ③ Bilimde mutlak doğru yoktur. Olsaydı yeni araştırmalara, incelemelere ve teorilere gerek duyulmazdı.
- ④ Bilimde durağanlık olmaz. Geçmişte yapılan çalışmalar dikte alınarak bunların eksiklikleri üzerinde düşünülmeli, yeni düşünceler ileri sürülerek bunları ispatlayacak teorik ve deneysel işlemler yapılmalıdır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 191-193.

Etkinlik No.: 98

- ① Çiftçi Ali'ye göre merdivenin boyu L_M değişmez. Çünkü merdiven çiftçi Ali'ye göre eylemsizdir.
- ② Ahır çiftçi Ali'ye ışık hızına yakın bir hızla yaklaşacağı için hareket doğrultusundaki boyu L_A azalır.



CEVAP ANAHTARLARI

- ③ Oğlu Deniz'e göre L_A uzunluğu aynı iken, L_M uzunluğu azalır. Merdivenin genişliği olan d uzunluğu, hareket doğrultusunda olmadığı için iki gözlemciye göre de değişmez.
- ④ Işık hızına yakın hızlarda hareket ettiği için çiftçi Ali, kendi saatindeki süreyi saat eylemsiz olduğu için yine 1 s olarak ölçerken oğlu Deniz'in saatindeki süreyi 1 s'den daha uzun ölçer. Dolayısıyla süreler arasındaki büyüklük ilişkisi $t_2 > t_1 = 1$ s olur.
- ⑤ Benzer durumda ahırda hareketsiz olan Deniz ise t'_1 süresini 1 s ölçerken t'_2 süresini daha uzun ölçer. Çünkü babası Deniz'e göre eylemsiz değildir. Dolayısıyla süreler arasındaki büyüklük ilişkisi $t'_2 > t'_1 = 1$ s olur

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 193-194.

Etkinlik No.: 99

- ① Astronotun bulunduğu aracın hızı, ışık hızına yakın olduğu için astronot Dünya üzerindeki istasyonun hareket doğrultusundaki boyunu gerçek boyundan daha küçük ölçecektir.
- ② Uzak aracının boyu gerçek boyuna göre istasyon tarafından daha küçük ölçülür.
- ③ Aracın içindeki saat, Dünya'da bulunan istasyondaki saate göre daha yavaş ilerlemiş geri kalmıştır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 193-194.

Etkinlik No.: 100

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

- ① Klasik fizik, yer çekimi kuvveti ya da gezegenlerin hareketi gibi büyük ölçekte ve görece yavaş cisimleri inceler. Modern fizik ise atomik boyutlarda ve ışık hızına yakın hızlarda seyreden parçacıklarla ilgilenir ve bunların davranışlarını açıklar.
- ② Einstein, eylemsiz bir çerçeveye göre hareketsiz duran bir nesnenin bir miktar enerji emmesi veya yayması gerekliliğini düşülmüştür.
- ③ Elektromanyetizmadan genel göreliliğe kadar fiziğin birçok dalında bu eşitlikten yararlanabilir ve uygulama alanlarında kullanılabilir. Ayrıca uzay araçlarında kullanılan nükleer piller ve nükleer santraller de örnek verilebilir.
- ④ Wolfgang Rindler bu konu hakkında çeşitli makaleler yazmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır:
"Görelî mekaniğin temeli olarak enerji tasarrufu"
"Einstein'ın fiziksel olarak zaman genişlemesini tanımadaki önceliği"
"Görelilik ve elektromanyetizma: Manyetik tek kutup üzerindeki kuvvet"
- ⑤ Klasik anlamda, eylemsizlik kütlesi, bir nesnenin hareket durumundaki değişikliklere direnme derecesini ölçen, kendine özgü bir özelliği olarak yorumlanır. Ancak Einstein'ın, bir maddenin eylemsizlik kütlesinin maddenin enerjiyi emmesi veya yayması durumunda değiştiği sonucuna varması çağ açıcı bir söylemdir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 195-197.

Etkinlik No.: 101

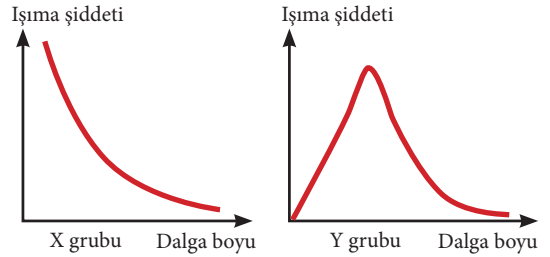
- ① I. Antoine Lavoisier
II. Michael Faraday
III. Albert Einstein
IV. Leo Szilard
V. Hans Bethe
VI. Enrico Fermi
VII. Lise Meitner
VIII. Otto Hahn

- ② Nükleer tepkimelerin keşfedilmesi sonucunda birçok gelişme yaşanmıştır. Bunlardan en önemlisi nükleer santrallerdir. Ayrıca Güneş'te açığa çıkan enerjinin de bu tepkimeler sonucunda oluştuğu belirlenmiştir.
- ③ Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ eşitliği yardımıyla, özel görelilik kuramı olarak da bilinen "izafiyet teorisi" bilim dünyasındaki yerini almıştır.

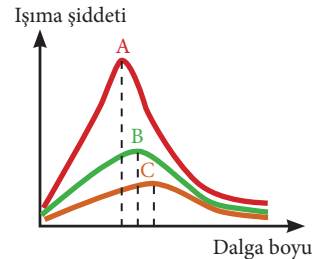
Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 195.

Etkinlik No.: 102

- ① **X GRUBU:** "Işıma her dalga boyunda olur. Dalga boyu sıfıra yaklaşıırken enerji sonsuza gitmektedir. Dalga boyu büyüdükçe ışıma şiddeti ve enerji sıfıra yaklaşır. Dalga boyu küçüldükçe ışıma şiddeti sürekli artar." argümanlarını savunmaktadır. Buna göre ışıma şiddeti sürekli artmalıdır ancak büyük dalga boylarında azalarak sıfıra gitmelidir. Buna göre ışıma şiddeti-dalga boyu grafiği aşağıdaki gibi olur.
Y GRUBU: "Belirli bir sıcaklıktaki ışıma tek dalga boyunda, maksimum şiddette olur. Kısa dalga boylarında deneysel sonuçlarla uyumludur. Enerji sonsuza gitmez, maksimum değerden azalarak sıfıra yaklaşır. Dalga boyu büyüdükçe ışıma şiddeti ve enerji sıfıra yaklaşır." argümanlarını savunmaktadır. Buna göre ışıma şiddeti-dalga boyu grafiği tek bir değerde pik göstermeli, bu değerde ışıma şiddeti maksimum olmalıdır. Bu nedenle grafik aşağıdaki gibi olur.



- ② Levhalar özdeş ve ilk sıcaklıkları aynı olduğundan daha uzun süre ısıtılan A levhasının sıcaklığı en büyük olur. Bu durumda sıcaklıklar $T_A > T_B > T_C$ olarak sıralanır. Deneyde A levhasının sıcaklığı en büyük olmasına rağmen maksimum şiddetteki ışıma dalga boyu en küçük olduğuna göre sıcaklık ile ışıma dalga boyu ters orantılı olarak değişmektedir.
- ③ Grafikler çizildiğinde en büyük alan, A levhasına ait grafiğin altında kalan alandır. Dolayısıyla bu levhanın yaptığı ışımanın gücü en büyüktür.



- ④ Görünür bölgede ışığın rengi "kırmızı-turuncu-sarı-yeşil-mavi-mor" şeklinde ilerlerken kırmızıdan mora doğru dalga boyu küçülmektedir. Deneyden B'nin dalga boyu, A ile C arasında değer almaktadır. A en küçük, C en büyük dalga boyuna sahiptir. Buna göre B sarı renkte ışıma yaparsa
A: Yeşil, mavi ve mor renkli ışımalardan birini yapabilir.
C: Kırmızı ya da turuncu renkli ışımalardan birini yapabilir. Sıcaklık değeri çok yüksek ya da çok küçük olduğunda ışıma dalga boyu insan gözünün görme sınırlarının dışında olursa ışıma algılanmaz.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 199-202.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 103

- 1 Küp şeklindeki bir odaya üzerindeki küçük delikten fırlatılan lastik top hızı nedeniyle kinetik enerji kazanır. Top, bu enerji ile odaya girdiğinde odanın duvarlarına çarpıp bir yüzeyden diğerine zıplayarak hareket edecektir. Bir süre sonra çarptığı yüzeylerle etkileşimi sonucu topun enerjisi ısıya dönüşerek odaya aktarılacak ve top duracaktır.
- 2 Hareketsiz olduğu için başlangıçta odanın kinetik enerjisi yoktur. Ancak fırlatılan topun momentumu sayesinde oda, momentum korunumunun sağlanması için raylar üzerinde hareketlenecek ve hız kazanarak bir kinetik enerjiye sahip olacaktır. Başlangıçta enerjisi olmayan oda, top sayesinde enerji kazanmış olacaktır. Bu enerjinin değeri; topun ilk hızı ve enerjisi, odanın kütlesi, topun kütlesi, sistemin sürtünme kuvveti gibi değişkenlere bağlıdır.
- 3 Aynı düşünce deneyi top yerine bir ışın ile yapılırsa lastik topta olduğu gibi ışının tüm enerjisinin oda tarafından alınması için odanın iç renginin siyah olması gerekir. Çünkü siyah renk, diğer tüm renklerdeki ışınları soğurarak onların enerjilerini alır. Yani ışının enerjisine artık cisim sahiptir. Bu nedenle cismin iç enerjisi artacaktır. İç enerjisi artan cisimlerin sıcaklığı da artacaktır.
- 4 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhtemel cevaplar: Isıtılan metaller, mangal yaparken yakılan kömür, şöminedeki kızgın maşa, ısıtılmış kızgın demir tava gibi cisimlerde sıcaklık arttıkça cisim kor hâline gelir ve cisimde renk değişimi görülür. Cisimde ısı enerjisinin oluşturduğu değişimler bu sayede gözlenebilir.
- 5 Tüm cisimlerin sıcaklıkları mutlak sıfır sıcaklığından büyüktür. Bu nedenle her cisim bir enerjiye sahiptir ve sıcaklıkları nedeniyle sahip oldukları bu enerjinin etkisi, görünür bölgede değilse insan gözü tarafından görülemeyebilir. Bu sıcaklık-enerji etkisi gözle görülemese bile kızılötesi termal kameralarla görülebilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 199-202.

Etkinlik No.: 104

- 1 Fotonlar Higgs alanıyla etkileşmediği için kütseldir yani fotonların kütlesi yoktur.
- 2 Elektrik ve manyetik alanda sapmadıklarına göre fotonların elektrik yükleri yoktur.
- 3 Elips şeklinde bir tanecik çizilmiştir. Taneciğin içine enine dalga çizilmiştir. Bu durumda foton hem tanecik hem de dalga yapısındadır. Bazı olaylarda tanecik bazı olaylarda ise dalga özelliği gösterir.
- 4 Fotonun enerjisi; E enerji, h Planck sabiti, f fotonun frekansı olmak üzere $E = h \cdot f$ denkleminde gerekli dönüşümler yapılarak enerji için $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ denklemi ile bulunur. Fotonun enerjisi frekans ile doğru, dalga boyu ile ters orantılıdır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 204-205.

Etkinlik No.: 105

2. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

Tablo 1

Kaynak No.	Kaynak	Fotonun Tanımı
1	Canlı kaynak	Bir kaynaktan çıkan ışık tanecikleridir.
2	Çevrim içi veri tabanlı kaynak	Foton; fizik biliminde elektromanyetik alanın kuantumu, ışığın temel "birimi" ve tüm elektromanyetik ışınların kalıbı olan ve kuantum alan teorisine göre hareket eden parçacıktır.
3	Kitap	Işık dalgasının enerji taşıyan her bir küçük dalga paketçicine foton adı verilir.

Tablo 2

Kaynak No.	Kaynak	Fotonun Özellikleri
1	Canlı kaynak	Yansıyabilir. Kırılabilir. Cisimlerin sıcaklığını arttırdığına göre enerjisi olmalıdır.
2	Çevrim içi veri tabanlı kaynak	Durgun kütlesi sıfırdır. Işık hızıyla hareket eder. Etkileşimlere parçacık olarak girebilir ancak dalga olarak yayılır. $E = h \cdot f$, $P = \frac{h}{\lambda}$ ve $E = P \cdot c$ bağıntılarıyla fotona ait enerji ve momentum değerleri bulunabilir. Kütlesi sıfır olduğu hâlde diğer parçacıklar gibi kütle çekiminden bile etkilenir.
3	Kitap	Yüksüzdür. Işığın en küçük yapı taşlarıdır. Işık hızıyla hareket eder. Durgun kütlesi yoktur. Elektromanyetik kuvvetin taşıyıcısıdır. Karşıt parçacığı kendisidir. Enerjisi vardır ve $E = h \cdot f$ denkleminde bulunabilir. Momentumu vardır ve $P = \frac{h}{\lambda}$ denkleminde bulunabilir.

3. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

Kaynağın Doğruluğunu Değerlendirme Formu		
Sorular	Evet	Hayır
Kaynakça akademik yayın içeriyor mu?		X
Kullandığınız kaynak hakemli bir yayın mı?		X
Yazar tanımlar için referans listesi sunmuş mu?		X
Kaynakta yazım ve dil bilgisi kurallarına uyulmuş mu?	X	
Kaynakta geçen tanımlar diğer kaynaklarla uyuyor mu?	X	
Kaynakta yazar(lar)dan habersiz/izinsiz değişiklik yapılabilir mi?		X



CEVAP ANAHTARLARI

4. Yönerge

Foton: Boşlukta ışık hızı ile ilerleyen, momentumu olan, kütesiz enerji paketçiklerine foton denir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 204-205.

Etkinlik No.: 106

2. Yönerge

- ① Hedefteki metal ve ışığın dalga boyu değeri sabit tutularak ışık şiddeti artırıldığında akım artar, azaltıldığında ise akım azalır. Çünkü ışık şiddeti arttıkça metalden kopan fotoelektron sayısı artacağından devreden geçen akım şiddeti de artar.
- ② Hedefteki metal ve ışık şiddeti değeri sabit tutularak ışığın dalga boyu artırıldığında oluşan akım şiddeti azalır dalga boyu azaltıldığında ise oluşan akım şiddeti artar. Çünkü ışığın dalga boyunu azaltmak frekansını ve enerjisini artırır. Gelen fotonun enerjisinin artması, oluşan fotoelektrik akımının artmasını sağlar.
- ③ Aynı dalga boyulu ve eşit şiddette ışık farklı metallere gönderildiğinde bazı metallerden elektron sökülemez. Bunun nedeni metallerin eşik enerjileridir. Işık metalden elektron sökebilmesi için metale gelen fotonun enerjisinin metalin eşik enerjisinden büyük olması gerekir. Fotonun enerjisi ile metalin eşik enerjisi arasındaki fark fotoelektronun kinetik enerjisine eşittir. Hedefteki metalin eşik enerjisi küçüldükçe oluşan akım şiddeti artar.
- ④ Fotoelektrik akımını arttırmak için; gelen foton sayısı yani ışık şiddeti artırılabilir, gelen fotonun enerjisi artırılabilir, metalin yüzey alanı artırılabilir, anot katot arası mesafe azaltılabilir veya daha düşük eşik enerjili metal kullanılabilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 205-209.

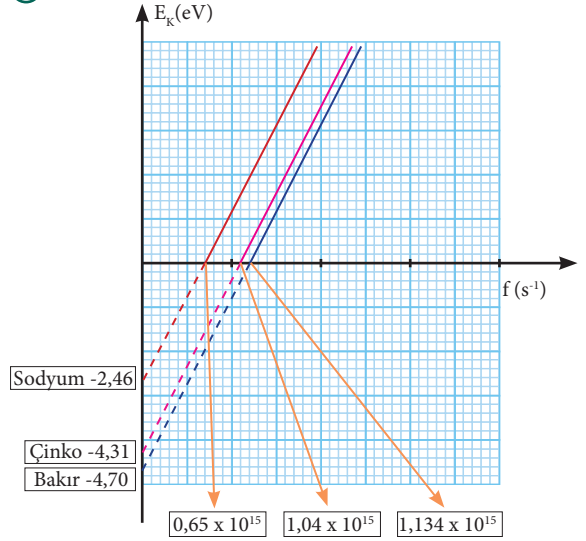
Etkinlik No.: 107

- ① Einstein'ın fotoelektrik modeline göre, metale gelen fotonun enerjisi metalin eşik enerjisinden büyük ise metalin eşik enerjisi kadarlık bir enerji ile elektron koparılmakta ve kalan enerji fotoelektrona kinetik enerji olarak aktarılmaktadır.
 $E_f = E_0 + E_k$
- ② $E = h \cdot f$ denkleminde frekansı büyük olan ışığın enerjisi de daha büyük olur. Daha büyük enerjiyle gelen fotonun metalden kopardığı fotoelektronun enerjisi de daha büyük olacaktır. Bu nedenle fotoelektrik olayında frekansı daha büyük olan mor renkli ışık kullanılırsa metalden kopan elektronun kinetik enerjisi daha büyük olur.
- ③ $E_f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{12400}{1550} = 8 \text{ eV}$
 $E_f = E_0 + E_k$
 $8 = 3 + E_k$
 $E_k = 5 \text{ eV}$ olur.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 205-209.

Etkinlik No.: 108

①



- ② Kopan fotoelektronların kinetik enerjilerinin gelen fotonların frekansına bağlı değişim grafiğinin eğimi sabit olup Planck sabitini (h) verir. Hangi metal için çizilirse çizilsin grafiklerin eğimleri birbirine eşittir.
 $\tan \alpha = E_k / (f_0 - f) = h$

- ③ Gönderilen ışığın dalga boyu
 $\lambda = 2000 \text{ Å}$ ($h \cdot c = 12400 \text{ eV} \cdot \text{Å}$)
 $E_f = E_0 + E_k$
 $h \cdot f = E_0 + E_k$
 $h \cdot c / \lambda = E_0 + E_k$

$$\frac{12400}{2000} = 2,46 + E_k \text{ ise } E_k = 3,74 \text{ eV sodyum}$$

$$\frac{12400}{2000} = 4,31 + E_k \text{ ise } E_k = 1,89 \text{ eV çinko}$$

$$\frac{12400}{2000} = 4,70 + E_k \text{ ise } E_k = 1,5 \text{ eV bakır}$$

- ④ a) Bağlanma enerjisi en büyük metal platindir.
 $E_3 > E_2 > E_1$
b) Eşik dalga boyu en büyük metal kurşundur.
 $\lambda_{pb} > \lambda_{Fe} > \lambda_{Pt}$
c) Açılar birbirine eşittir.
 $\alpha = \beta = \theta$

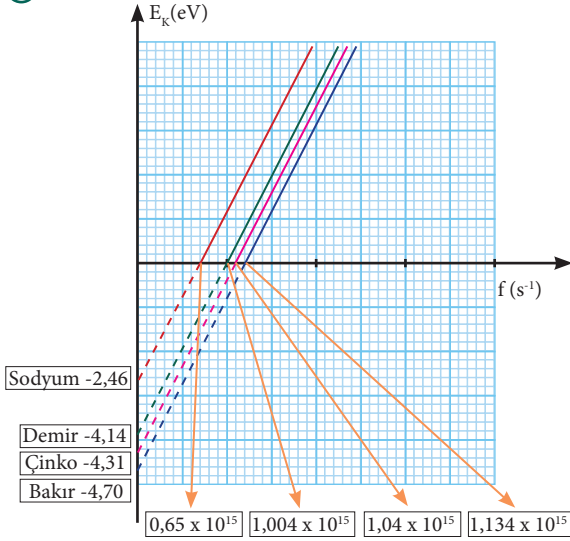
Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 209-211.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 109

①



② Metallere gönderilen fotonların frekansı metallerin sahip olduğu eşik frekansına eşit ya da büyükse metalden elektron koparılır.

$f < f_0$ ise metal yüzeyden elektron koparılamaz. Altından elektron koparılamamıştır. Bu yüzden sodyum, demir, çinko, bakır metalleri grafikte yer alırken altın metali yer almaz.

③ Tüm metallerin grafikte yer alabilmesi için metallere gönderilen ışığın frekansı, metallerin eşik frekansından büyük olmalıdır. Bilim insanı, Tablo 1'deki her metalin grafikte yer alabilmesi için deneyde kullandığı ışık kaynağını, daha büyük frekanslarda foton salabilen bir kaynakla değiştirmiş olabilir.

④ Metalden kopan fotoelektronların kinetik enerjilerini arttırmak için gelen fotonun frekansı arttırmak veya dalga boyunu küçültmek gerekmektedir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 209-211.

Etkinlik No.: 110

① Elektrik alanın anota ulaşan fotoelektron üzerinde yaptığı iş,

$$W = q \cdot V = e \cdot V$$

$$\text{Kinetik enerjideki değişim, } \Delta E_k = E_{k\max} - E_k$$

$$\text{İş enerji teoremine göre, } W = \Delta E_k$$

$$e \cdot V = E_{k\max} - E_k$$

$$E_k = E_{k\max} - e \cdot V \text{ bulunur.}$$

② B noktasında durdurulan fotoelektronların kinetik enerjisi sıfırdır. Fotoelektronları durduran potansiyel fark V_D kadardır.

$$\text{İş enerji teoremine göre, } E_k = E_{k\max} - e \cdot V$$

$$0 = E_{k\max} - e \cdot V$$

$$E_{k\max} = e \cdot V_D \text{ bulunur.}$$

$$\textcircled{3} E_{\text{foton}} = E_{\text{eşik}} + E_{k\max}$$

$$E_{\text{foton}} = E_{\text{eşik}} + e \cdot V_D$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + e \cdot V_D$$

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} - \frac{h \cdot c}{\lambda_0} = e \cdot V_D \text{ bulunur.}$$

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 212-215.

Etkinlik No.: 111

①

Yapılan Değişiklikler	Durdurma Gerilimi (VD) Değişmez / Artar / Azalır
Işığın frekansı artırılırsa	Artar
Işığın dalga boyu artırılırsa	Azalır
Eşik enerjisi daha büyük metal levha kullanılırsa	Azalır
Işık şiddeti artırılırsa	Değişmez
Işık metalin yüzeyine dik olarak düşürülürse	Değişmez
Fotoelektronların kinetik enerjisi azaltılırsa	Azalır
Işığın momentumu artırılırsa	Artar

②

Yapılan Değişiklikler	Fotoelektronların Maksimum Kinetik Enerjisi Değişmez / Artar / Azalır
Işık akısı azaltılırsa	Değişmez
Işığın enerjisi artırılırsa	Artar
Eşik enerjisi daha küçük metal levha kullanılırsa	Artar
Metal levhanın yüzey alanı artırılırsa	Değişmez
Üreticinin kutupları ters çevrilirse	Artar
Işık şiddeti artırılırsa	Değişmez

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 212-215.

Etkinlik No.: 112

①

Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhemel cevaplar: Lavabolarda kullanılan ve el yaklaştırdığında su akıtmaya başlayan fotoselli musluklar, fotoelektrik olayının kullanıldığı düzeneklerdir. Otomatik açılan kapılar ve korona virüsü salgını sırasında sıkça kullanılan otomatik dezenfeksiyon cihazları da bu teknoloji ile çalışmaktadır.

②

Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhemel cevaplar: Fotoğrafçılık ve sinema sektöründe kullanılan fotometre düzenekleri ile bir bölgeye gelen ışık miktarı ölçülerek gerekli aydınlatma düzenlemeleri yapılır ve bu sayede daha sağlıklı görüntüler elde edilmesi sağlanır. Güvenlik sistemlerinde ise yaklaşan cisimlerin tespitinde kullanılır. Ayrıca sokak aydınlatmasında da fotoelektrik olayın kullanımı söz konusudur. Gün ışığı ortadan kalkınca devreye giren aydınlatmalar, güneş doğduğunda devreden çıkar. Bu sayede enerji tasarrufu sağlanır. Baskı teknolojisinde de elektrikle yüklenen yüzeye LASER ışını ile aktarılan yazıların yüksek sıcaklıkta toner ile kâğıda aktarılması teknolojisi kullanılmaktadır.

③

Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muhemel cevaplar: Günümüzde yaygınlaşmaya başlayan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de fotoelektrik olayın sonucu olarak kullanılan güneş panelleridir. Güneş panellerinden elde edilen elektrik enerjisi depolanarak ihtiyaç olduğunda kullanılmaktadır. Bu yöntem, karbon salınımı olmadan elektrik üretme yöntemlerinden biridir.



CEVAP ANAHTARLARI

- 4 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muh-temel cevaplar: Kullandığımız güneş gözlükleri, yararlı olduğu kadar zararlı da olabilir. Güneş gözlüklerinin camlarının üre-timinde fotoelektrik etkiyi azaltacak üretim yöntemleri uygu-lanmaz ise güneş gözlüklerinin camından geçerek göze gelen morötesi ışınlar retinada kalıcı hasar oluşturabilir. Bu nedenle her zaman, ilgili kurumlar tarafından onaylanmış, insan sağlı-ğına uygun gözlük camları kullanılmalı; uygunsuz camlar ucuz bile olsalar asla kullanılmamalıdır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 216.

Etkinlik No.: 113

- 1 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muh-temel cevaplar: Metinde musluğun el yaklaştırılınca açılması, koridor lambalarının yürüyen biri olduğunda ışık vermesi, otel kapısının biri yaklaşınca açılması, dışarı çıkan Ali Bey'in Güneş ışığından dolayı gözlerini kapatmak zorunda kalması olaylarına yer verilmiştir.
- 2 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muh-temel cevaplar: Dışarı çıkan Ali Bey'in güneş ışığından etkile-nerek gözlerini kapatmak zorunda kalması, fotoelektrik olayın olumsuz etkilerindendir. Işık gözlerine ulaştığında, gözlerinde bulunan görme hücreleri bundan olumsuz etkilenmiştir.
- 3 Öğrencilerin verdiği cevaplarda farklılıklar görülebilir. Muh-temel cevaplar: Ali Bey gözlerini korumak için güneş gözlü-ğü kullanmıştır. Ancak kızının marketten aldığı ve göz sağlığı açısından uygun olmayan camları bulunan gözlük, gözlerini fotoelektrik olayın etkilerinden koruyamamıştır. Ali Bey, ilgili kurumlar tarafından onaylanmış, göz sağlığına uygun camları olan bir gözlük kullanılarak fotoelektrik olayının olumsuz etki-lerinden korunabilirdi.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 216.

Etkinlik No.: 114

1. Yönerge

- 1 Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E_K$ ise $E_0 = 2,28 \text{ eV}$ ve $E_K = 0,82 \text{ eV}$ ise $E_f = 1,28 + 0,72 = 2 \text{ eV}$ olur.
- Buna göre $2 = \frac{12400}{\lambda} = 6200 \text{ Å}$ 'dur.
- Tabloda verilen değerlere göre 12 ve 13 numaralı kapılara tu-tulması gereken ışık demetinin renklerinden biri kırmızıdır.
- 2 Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E_K$ ise gön-derilen ışık demetinin enerjisi $h \cdot f = 2 + 0,4 = 2,4 \text{ eV}$ 'tur.
- Buna göre ışığın frekansı $f = \frac{2,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6 \cdot 10^{-34}} = 6,4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ 'dir.
- Tabloda verilen değerlere göre 12 ve 23 numaralı kapılara tu-tulması gereken ışık demetinin renklerinden biri mavidir.
- 3 $e \cdot V_k + E_f = E_0 + E_K$ ise $2 + E_f = 3 + 1,21$ ise $E_f = 2,21 \text{ eV}$ 'tur.
- Buna göre ışığın dalga boyu $\lambda = \frac{12400}{2,21} = 5610 \text{ Å}$ bulunur.
- Tabloda verilen değerlere göre 13 ve 23 numaralı kapılara tu-tulması gereken ışık demetinin renklerinden biri yeşildir.
- Cevaplara göre 12 numaralı kapıya 1 ve 2. soruda bulunan kır-mızı ve mavi ışık demetini, 23 numaralı kapıya 2 ve 3. soruda bulunan mavi ve yeşil ışık demetini, 13 numaralı kapıya 1 ve 3. soruda bulunan kırmızı ve yeşil ışık demetinin gönderilmesi gerekmektedir.

2. Yönerge

12 numaralı kapıya kırmızı ve mavi ışık renklerinin kesişimi olan MAGENTA,
23 numaralı kapıya mavi ve yeşil ışık renklerinin kesişimi olan CYAN,
13 numaralı kapıya kırmızı ve yeşil ışık renklerinin kesişimi olan SARI renkte ışık veren lambalar tutulabilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 217.

Etkinlik No.: 115

- 1 $E_f = \frac{12400}{6200} = 2 \text{ eV}$ fotonun enerjidir. Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E_K$ ise $E_0 = 1 \text{ eV}$ olduğuna göre $E_K = 1 \text{ eV}$ olur. $E_K = e \cdot V_K = 1 \text{ eV}$ ise $V_K = 1 \text{ V}$ olur.
- Bu durumda sadece 1 adım ilerlenmeli ve F harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 2 Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E_K$ 'dir. Buna göre $e \cdot V_K + 4 = 2 + E_K$ ise $1 + 4 - 2 = E_K = 3 \text{ eV}$ olur. Üretcin + kutbu devrenin anoduna bağlı olduğundan elektronlara 1 eV'luk bir katkı sağlar ve elektronlar anoda 3 eV'luk bir enerji ile ulaşır.
- Bu durumda, bulunulan alandan 3 adım ilerlenmeli ve O harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 3 $E_f = \frac{12400}{2480} = 5 \text{ eV}$ fotonun enerjidir. Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E$ ise $5 = +1$ ise $E_0 = 4 \text{ eV}$ 'tur.
- Bu durumda, bulunulan alandan 4 adım ilerlenmeli ve T harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 4 Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E$ ise 1 numaralı anahtar kapalı iken $h \cdot f = 1 + 2 = 3 \text{ eV}$ 'tur. 2 numaralı anahtar kapalı iken $e \cdot V_K + h \cdot f = E_0 + E_K$ ise $1 + 2 = 1 + E_K$ ise $E_K = 2 + 1 = 3 \text{ eV}$ 'tur. 3 numaralı anahtar kapalı iken $h \cdot f = E_0 + E_K + e \cdot V_K$ ise $3 = 1 + 2 + E_K = 0$ 'dır.
- İki değer toplamı $3 + 0 = 3 \text{ eV}$ 'tur.
- Bu durumda, bulunulan alandan 3 adım ilerlenmeli ve O harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 5 $E_K = e \cdot V_K$ ise $E_K = e \cdot 4 = 4 \text{ eV}$ 'tur.
- Bu durumda, bulunulan alandan 4 adım ilerlenmeli ve S harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 6 Eğim $h = \frac{E_K}{2f_0 - f_0} = E_K = 2h \cdot f_0 - h \cdot f_0 = h \cdot f_0$ olur.
- Bağıntıdaki $E_0 = h \cdot f_0$ 'dır. $E_K = h \cdot f_0 = E_0$ 'dır. Buna göre 1. E_0 'dur. Bu durumda, bulunulan alandan 1 adım ilerlenmeli ve E harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- 7 Einstein'ın fotoelektrik denkleminde göre $E_f = E_0 + E_K$ ise 1. denklem $h \cdot f = E_0 + 2E$
2. denklem $2h \cdot f = E_0 + 5E$
1 ve 2. denklemler çözümlendiği zaman $h \cdot f = 2E$ olur.
 $h \cdot f = 3E$ değeri 1 ya da 2. denklemde yerine yazıldığında $E_0 = E$ bulunur.
- Frekans 3f olan ışık demetinin kinetik enerjisi ise $3h \cdot f = E_0 + 2E$ ise $3 \cdot 2E = E + E_K$ ise $E_K = 5E$ olur.
- Bu durumda, bulunulan alandan 5 adım ilerlenmeli ve L harfli alana iki ayakla basılmalıdır.
- Parkura gizlenen anahtar sözcük: FOTOSEL

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 217.

Etkinlik No.: 116

1. Yönerge

- 1 $E_{ik} = E_{on}$ olur. Esnek çarpışmalar enerji ve momentumun ko-runduğu çarpışmalardır.



CEVAP ANAHTARLARI

2. Yönerge

- ① $E_1 = h \cdot f_G = h \frac{c}{\lambda}$
 $E_1' = h \cdot f_G = h \frac{c}{\lambda_s}$
- ② $E_1 > E_1'$ olur. Çünkü gelen foton enerjisinin bir kısmı çarpışma anında elektrona aktarıldığı için $E_1 + E_2 = E_1' + E_2'$ enerjinin korunumundan $E_1 + 0 = E_1' + E_2'$ ise $E_1 = E_1' + E_2'$ olmuştur.
- ③ $\lambda_G < \lambda_s$ olur. Çünkü gelen fotonun enerjisi büyük dalga boyu küçüktür. Gelen foton enerjisinin bir kısmını çarptığı elektrona aktarmasından dolayı çarpışma sonrası saçılan fotonun enerjisi azalırken dalga boyu artar.
- ④ $E_2' = \frac{1}{2} m \cdot v_e^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_e \cdot v_e \cdot \left(\frac{m}{m}\right) = \frac{1}{2} \frac{p \cdot p}{m} = \frac{p^2}{2m}$ olur.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 219-221.

Etkinlik No.: 117

- ① Gelen fotonun enerjisi daima saçılan fotonun enerjisinden büyüktür. Esnek çarpışmalarda enerjinin korunumundan $E_1 = E_1' + E_e$ olur. Bu durumda daima $E_1 > E_1'$ ve $E_1 > E_e$ olur.
- ② Çarpışma sonrası fotonun enerjisi azalacağından frekansında azalma ve dalga boyunda artış olur.
- ③ Dalgaların yayılma hızı ortama bağlıdır. Gelen foton ile saçılan foton aynı ortamda yayıldığı için ortam değişmemiştir. Bu nedenle çarpışma öncesi ve sonrası ışık hızı değişmez.
- ④ Dalga boyu ile enerji ters orantılıdır. Bu durumda $E_1 = 3E$ ise $E_1' = E$ olur. Esnek çarpışmalarda enerji korunacağı için $E_1 = E_1' + E_e$ ise $3E = E + E_e$ olur. Buna göre $E_e = 2E$ olur. Gelen fotonun enerjisinin elektronun kinetik enerjisine oranı ise $\frac{E_1}{E_e} = \frac{3E}{2E}$ bulunur.
- ⑤ θ açısının artması sapmanın da artmasını sağlar. Bu durumda saçılan fotonun enerjisi azalır, dolayısıyla saçılan fotonun frekansı azalır dalga boyu artar.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 219-221.

Etkinlik No.: 118

- ① Işığın dalga doğası gereği şiddeti artırılınca enerjisi de artmalıdır. Bu durumda ışığın metal yüzeyden elektron koparması gerekirken koparamadığı görülür. Bu olay ışığın dalga doğasına aykırıdır.
- ② Metal yüzeyden elektron koparabilmek için ışığın frekansının artırılması gerekir. Işığın frekansı artarsa enerjisi de artar ve ışık metal yüzeyden elektron koparır.
- ③ Momentum korunumu taneciklere özgü bir olaydır. Compton olayında momentum korunumunun açıklanmasında ışığın dalga doğası yetersiz kalır. Compton olayındaki momentum korunumu ışığın tanecik doğasının kanıtıdır.
- ④ Fotoelektrik ve Compton olayları ışığın dalga doğası ile açıklanamaz. Her iki olayda ışık bir tanecik gibi davranır. Bu yüzden bu olaylar ışığın tanecik doğası ile açıklanmıştır.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 221-223.

Etkinlik No.: 119

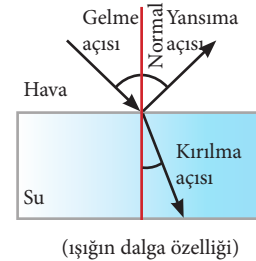
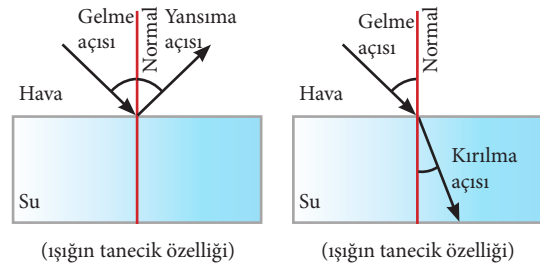
- ① ► Fotoelektrik olayda ışığın dalga doğasına göre metal bir yüzeyden elektron koparabilmek için enerjisi yetersiz olan ışığın şiddeti artırılırsa frekansı küçük olsa bile ışığın enerjisi artmalı ve elektron koparmalıdır. Fakat elektron kopmamıştır. Işığın frekansı artırıldığında enerjisi artmış ve elektron koparmıştır. Albert Einstein, fotonun frekansa bağlı olan enerjisini $E = h \cdot f$ şeklinde ifade etmiştir.
- Fotonlar metal yüzeye düştükten yaklaşık 10^{-9} s gibi kısa bir süre sonra fotoelektronların metal yüzeyden ayrılması ışığın dalga doğasına aykırıdır.
- Taneciklere özgü olan momentum korunumu olayının Compton olayında da görülmesi ışığın dalga doğasına aykırıdır.
- Dalga teorisine göre ışık elektromanyetik bir dalgadır ve enine titreşir. Dalganın elektrik alanının etkisi ile serbest elektron da titreşerek ivmeli hareket yapmalı ve elektromanyetik dalga yaymalıdır. Yayılan dalgaların frekansı ve dalga boyu X ışınının fotonuyla eşit olmalıdır. Fakat bu olay gerçekleşmediği için ışığın dalga doğası açıklamada yetersiz kalır.

- ② Her iki olayda da ışığın davranışı incelenmiş ve ışığın tanecik gibi davrandığı anlaşılmıştır. Böylece ışığın tanecik doğası da olduğu kabul edilmiştir. Işık, bazı olaylarda tanecik bazı olaylarda dalga özelliğine sahiptir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 221-223.

Etkinlik No.: 120

- ① Bu girişim olayında ışık tanecik gibi davranmış olsaydı, çok dar bir yarıktan geçen tanecikler doğrusal bir şekilde yayılıp karşı perdede iki yarığa karşı iki aydınlık bölge oluştururdu. Yapılan deney bunun böyle olmadığını, aydınlık ve karanlık saçaklar oluştuğunu göstermektedir.
- ② Işık ışınlarının havadan suya geçerken bir kısmının yansıyor diğer kısmının kırılması olayı ışığın dalga özelliğiyle açıklanır. Işığın tanecik modelinde ise bir ışık olayında yalnız yansıma ya da yalnız kırılma gerçekleşir; bu iki olay aynı anda gerçekleşmez.





CEVAP ANAHTARLARI

- ③ Işığın taşıdığı enerji ışığın şiddetiyle doğru orantılıdır. Bu durumda fotoelektrik olayda metalden kopan elektronların kazanacağı enerjinin ışığın şiddetiyle orantılı bir şekilde artması gerekir. Fakat fotoelektrik olayda kopan elektronların kazanacağı enerji ışık şiddetine bağlı değildir. Işık şiddetinin artması sadece kopan elektronların sayısını etkiler.
- ④ Fotoelektrik olayda fotonun tamamı elektron tarafından soğurulur. Olay sonrasında foton yoktur. Compton olayında ise serbest elektrona çarpan foton, çarpışma sonrasında enerjisinin bir kısmını elektrona aktararak daha büyük dalga boyunda saçılmaya uğrar. Bu olayda gelen fotonun enerjisinin tamamı değil bir kısmı soğurulur.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 223-225.

Etkinlik No.: 121

- ① Işık, kırınım olayında küçük bir yarıktan girişim olayında küçük iki yarıktan geçtiğinde farklı yönlerde yayılarak ilerlemektedir. Bu durum ancak ışığın dalga doğasıyla açıklanabilir.
- ② Işık dalga özelliği gösterseydi dalga boyu azaldığında cisimlerin yayacağı ışıma şiddetinin sonsuza kadar artması gerekirdi. Fakat bu konuda yapılan deneysel çalışmalar, ışığın dalga yapısıyla çelişmiştir. Deney sonuçları, ışığın belirli enerjiye sahip paketçikler halinde soğurulup yayıldığı düşünülerek açıklanabilmiştir.
- ③ Compton saçılmasında foton, serbest hâlde bulunan elektron ile esnek çarpışma yaptığı için enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır ve kalan kısmı ile saçılır. Çok büyük enerjiye sahip olan foton, atoma çok küçük bir enerji ile bağlı olan elektrona çarptığında elektron serbest olarak kabul edilebilir. Bu durumda da fotonun elektrona esnek çarpışma yaptığı ve enerjisinin bir kısmını elektrona aktardığı kabul edilebilir. Fotoelektrik olayda ise fotonun çarptığı elektron, çekirdeğe daha güçlü bir şekilde bağlıdır. Bu olayda fotonun enerjisinin bir kısmı elektrona koparmak için harcanırken kalan kısmı elektrona kinetik enerji olarak aktarılır.
- ④ Klasik teori, elektromanyetik ışımaya maruz kalan yüklü parçacıkların saçılmasında gelen fotonun dalga boyunda değişim olmayacağını öngörürken, Compton saçılmasında saçılan fotonun dalga boyunun artması, ışığın tanecik gibi davranmasından kaynaklanır. Bu olayda fotonun kaybettiği enerji daima $(h \cdot f)$ 'nin tam katları olmaktadır. Bu durumda ışığın tanecik özelliği ile açıklanabilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 223-225.

Etkinlik No.: 122

1. Yönerge

- ① $E = h \cdot f$
 $E = m \cdot c^2$
 $h \cdot f = m \cdot c^2$
 $f = \frac{c}{\lambda}$ yazılırsa
 $h \cdot \frac{c}{\lambda} = m \cdot c^2$ buradan $\lambda = \frac{h}{m \cdot c}$ olur.
 Eşitlikte c yerine ν yazılırsa
 $\lambda = \frac{h}{m \cdot \nu}$ bulunur.

2. Yönerge

Maddesel parçacıklar için dalga özelliğinin o zamana kadar gözlemlenememiş olması, madde dalgalarının çok küçük dalga boyuna sahip olmasından kaynaklanır. Young'ın çift yarık deneyinde kullanılan ışığın dalga boyu, yaklaşık olarak 400-700 nm arasındadır. Madde dalgaları ışığa göre çok daha küçük olduğundan bu durum deneysel olarak sorun teşkil etmiştir. Çünkü girişim deneyinin gözlemlenebilmesi için yarıklar arası uzaklığın dalga boyuyla aynı mertebede olması gerekmektedir.

3. Yönerge

- a) $E^2 = m_0^2 \cdot c^4 + p^2 \cdot c^2$
 Fotonun durgun kütlesi yerine $m_0 = 0$ yazılırsa $E^2 = p^2 \cdot c^2$ olur.
- b) $h^2 \cdot f^2 = p^2 \cdot c^2$
 Her iki tarafın karekökü alınırsa $h \cdot f = p \cdot c$ elde edilir.
- c) $h \cdot f = p \cdot c$
 $\frac{h}{p} = \frac{c}{f}$ olur.
 Buradan $\lambda = \frac{h}{p}$ ifadesi elde edilir.

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 224-226.

Etkinlik No.: 123

2. Yönerge

- ① Elektronların hızı arttırıldığında de Broglie bağıntısına göre elektrona eşlik eden dalgaların dalga boyu azalacaktır. Simülasyonda dalga boyu, koyu ve açık renklerden ayırt edilebilir.
- ② De Broglie dalgası, parçacığın kütle ve hızına bağlı olarak değişir $(\lambda = \frac{h}{m \cdot \nu})$. h, burada Planck sabitidir.
 Aynı dalga boyuna sahip parçacıkların kesinlikle momentumları da eşit olmalıdır $(P = m \cdot \nu)$
- ③ Elektronun kütlesi protonun kütlesinden daha küçük olduğu için, aynı hızla hareket eden protona eşlik eden de Broglie dalgası elektronunkinden daha küçük olur $(\lambda = \frac{h}{m \cdot \nu})$.
- ④ Elektronun kinetik enerjisi $= \frac{1}{2}$ fotonun enerjisi

$$\frac{1}{2} m \cdot \nu^2 = \frac{1}{2} h \cdot f$$

$$\lambda_c = \frac{h}{m \cdot \nu}$$

$$\nu = \frac{h}{m \cdot \lambda}$$

$$\frac{h}{m \cdot \lambda} = c$$

$$\lambda_c = \frac{h}{m \cdot c}$$

Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 224-226.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 124

①

CİHAZ	İŞLEVİ	ÇALIŞMA İLKESİ	KULLANILDIĞI SEKTÖR
RÖNTGEN	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	X-İŞINLARI-NIN YANSIMASI	SAĞLIK GÜVENLİK
MR	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	RADYO DALGALARININ YANSIMASI	SAĞLIK
PET	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	BOZUNMA VE İŞİMA	SAĞLIK
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	X-İŞINLARI-NIN YANSIMASI	SAĞLIK
ULTRASON	GÖRÜNTÜLEME YOLUYLA TANILAMA	SES DALGALARINDA YANSIMA	SAĞLIK
RADARLAR VE SONAR CİHAZLAR	GÖRÜNTÜLEME	SES DALGALARINDA YANSIMA	SAVUNMA
TERMAL KAMERALAR	GÖRÜNTÜLEME	ATOMLARIN UYARILMASI VE İŞİMA	SAVUNMA

② Öğrencilerin vereceği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap:

Görüntüleme cihazları, kullanıldığı sektöre göre sağlık ve savunma olarak iki grupta toplanabilir.

③ Öğrencilerin vereceği cevaplara göre farklılık görülebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 235-240.

Etkinlik No.: 125

2. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar:

B.1: BT'nin Çalışma Prensipleri: X ışınları gönderildiği bölgeden madde yoğunluğuna bağlı olarak farklı oranda geçer. Bu geçişlerden elde edilen veriler bilgisayarda işlenir ve incelenen bölgeye ait farklı kesit görüntülerinin alınmasını sağlar.

B.2: BT'nin Kullanım Alanları: Kanser evresinin belirlenmesi, iç organlardaki yaralanmalar ve iç kanamalar, tümör, enfeksiyon veya kan pıhtısının vücuttaki konumu, ameliyat, biyopsi veya radyasyon tedavilerinin planlanması gibi işlevleri vardır.

C.1: Ultrasonun Çalışma Prensipleri: Ses dalgalarının farklı doku ve organlardan farklı şekilde yansması özelliğine dayanır. Üretilen ultrasonik dalgalar incelenmek istenen yapıya (vücuda, organa) gönderilir, yansıyan dalgalar bilgisayarda analiz edilerek görüntüye çevrilir.

C.2: Ultrasonun Kullanım Alanları: Tıp alanında anne karnındaki bebeğin sağlık durumuna yönelik taramalar, kalbin çalışma düzenindeki olası aksaklıkların tespiti, çeşitli enfeksiyonların araştırılması, safra kesesi taşları ve hastalıklarının tespiti, yumuşak dokularda oluşan tümörlerin araştırılması gibi işlemlerde kullanılır.

D.1: Sonar Cihazlarının Çalışma Prensipleri: Bir sonar cihazı su içerisinde aşağıya doğru ses dalgaları gönderir. Bu ses dalgaları balık, bitki örtüsü veya zemindeki nesnelere çarparak cihaza geri yansır. Dalgaların gelme yönü ve süresi dikkate alınarak cismin şekli, boyutu ve uzaklığı belirlenir.

D.2: Sonar Cihazlarının Kullanım Alanları: Sonar cihazlar deniz altı haritaları çıkarmakta, deniz altı maden araştırmalarında, balıkçılıkta ve donanmalarda sıklıkla kullanılır.

E.1: PET 'in Çalışma Prensipleri: Bu teknikte damar yolu ile vücuda enjekte edilen radyoaktif maddeden yayılan ışınlar bilgisayarda analiz edilerek üç boyutlu görüntüye çevrilir.

E.2: PET 'in Kullanım Alanları: Kanser türlerinin görüntülenmesinde ve tanılanmasında kullanılır.

F.1: MR'ın Çalışma Prensipleri: Dokudaki hidrojen atomlarının yoğunluklarına ve hareketlerine göre görüntü oluşturur. MR'da canlı dokulara zarar vermeyen radyo dalgaları ve manyetik alanla vücuttaki hidrojen atomlarının çekirdeklerindeki proton uyarılır. Alıcılara ulaşan sinyaller, bilgisayar analizleriyle siyah beyaz görüntülere dönüştürülür.

F.2: MR'ın Kullanım Alanları: Günümüzde MR, özellikle yumuşak dokuları görüntülemekte kullanılır. Merkezi sinir sistemi (beyin ve omurilik) hastalıklarının teşhisinde, sporcu yaralanmalarında, bazı kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının tespitinde ve her türlü nörolojik hastalığın değerlendirilmesinde sıkça kullanılmaktadır.

G.1: Radarların Çalışma Prensipleri: Radar, radyo dalgalarının yansması yardımıyla uzaktaki nesneleri ve bu nesnelerin hız ve mesafesini tespit eden cihazdır.

G.2: Radarların Kullanım Alanları: Radarlar, kullanım alanlarına göre hava ve deniz radarları olmak üzere ikiye ayrılır. Hava radarları; askerî (stratejik), meteoroloji, astronomi alanlarında, hava limanlarında ve uçaklarda kullanılır. Deniz radarları ise askerî ve ticari gemilerde kullanılır.

3. Yönerge

Öğrencilerin vereceği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap: Röntgen ve bilgisayarlı tomografi cihazlarında X-ışınları kullanılır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Sayfa: 235-240.

Etkinlik No.: 126

2. Yönerge

① Günlük hayatta kullanılan cep telefonu, leptab, tablet, ev sine-ma sistemleri, navigasyon cihazları, pos makineleri, çamaşır ve bulaşık makineleri ekranları, dijital kol saatleri vb. yerlerde ekran kullanılır.

LCD ekranların boyutları büyüdükçe üretim maliyetleri de plazma ekranlara göre çok daha yüksek olmaktadır. Ayrıca LCD ekranların izleme açısı oldukça dardır. Fakat plazma ekranlara göre kullanım ömrü daha uzun olup enerji tüketimi daha düşüktür. Bu sebeplerle küçük boyutlu ekranlarda LCD, büyük boyutlu olanlarda plazma ekranlar tercih edilir.



CEVAP ANAHTARLARI

2

LCD Ekran

- Enerji tüketimi az
- Renk geçişlerinde hatalar var
- Parlaklık ve kontrast değerleri az
- İzleme açısı dar
- Tepki süresi yavaş
- Küçük boyutlarda başarılı, büyük ekranlarda fiyat yüksek
- Uzun ömre sahip

Plazma Ekran

- Enerji tüketimi çok
- Renk geçişleri so-runsuz
- Parlaklık ve kontrast değerleri yüksek
- İzleme açısı yüksek
- Tepki süresi hızlı
- Büyük ekran boyutlarında başarılı fiyat uygun
- Kısa ömürlü

3

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Burada önemli olan, alınacak ekranın ne amaçla kullanılacağıdır. Eğer büyük boyutlu ekran, görüntü kalitesi ve tepki süresi önemliyse (örneğin bir oyun konsolu için alınıyorsa) bu durumda yüksek çözünürlüğe sahip (HD Full) bir plazma ekran tercihi daha uygun olacaktır. Eğer boyutu büyük bir ekran almak planlıyorsa da plazma ekranlar fiyat olarak da daha avantajlı bir seçim olacaktır. Yüksek çözünürlük (Grafik tasarım), uzun ömürlü kullanım, düşük enerji tüketimi gibi özellikler daha önemliyse ve büyük bir ekran almak planlıyorsa LCD ekran seçimi bu durumda daha uygun olacaktır. Plazma panellerin günümüz koşullarında bulunan TV yayınlarında LCD TV'lara göre daha başarılıdır. Ancak enerji tüketimi LCD'ye göre fazla ve içerdiği kurşun maddesinin zararlarından dolayı günümüzde pek tercih edilmemektedir.

4

Fiziğin alt dallarından olan yüksek enerji ve plazma fiziği maddenin plazma hali ile ilgilenmekte ve doğal olarak plazma teknolojisiyle yakından ilgilidir. Fiziğin bir diğer alt dalı olan katıhal fiziği maddelerin kristal yapılarıyla ilgilenmekte olup LCD teknolojinin gelişmesiyle yakından ilgilidir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 240.

Etkinlik No.: 127

1

Cihaz	LCD TV		Plazma TV	
	Avantaj-ları	Dezavantaj-ları	Avantaj-ları	Dezavantaj-ları
Kon-trast	Beyazın beyazlığında bir sorun yoktur.	Siyahın yeterince siyah olmaması.	Siyahın koyuluğunda bir problem yoktur.	Beyazın yeterince beyaz olmaması.
Boyut		En ince kalınlık 3 cm (OLED'lerde 3 mm).		En ince kalınlık 3 cm (OLED'lerde 3 mm).
Tepki süresi		Tepki süresi plazmaya göre fazla (s'de 200).	Tepki süresi LCD'ye göre kısa (s'de 600).	
Enerji tüketimi	Plazmaya göre az.			LCD'ye göre fazla.

Kul-lanım ömrü	Plazma-ya göre yeterince uzun.			LCD'ye göre kısa.
İzlen-me açısı		Fazla yandan bakıldığında ekranın tamamı görünmez.	Herhangi bir açıdan izlenir.	
Fiyatı	OLED ekranlara göre ucuz.	Plazma ekranlara göre pahalı.	OLED ve LCD ekranlara göre ucuz.	

2

Plazma ekranlar aslında günlük hayatta birçok yerde kullanılan floresan lambaların teknolojisinden çok da farklı değildir. Plazma televizyondaki her bir alt piksel çok küçük bir floresan lambadan oluşur diyebiliriz. Bu ufak floresan lambalar iyonlar (pozitif yüklü gaz atomları veya molekülleri) ve elektronlardan oluşan plazmanın içerisinde bulunduğu iç yüzeyi fosfor kaplı odacık, adres elektrodu ve görüntü elektrodundan oluşurlar. Adres elektrodu ve görüntü elektrodu arasında potansiyel farkı olduğunda plazmanın içinden akım geçmeye başlar ve bu sırada ortamda serbest halde bulunan elektronlar ve iyonlar çarpışmaya başlar. Bu çarpışmaların sonucunda atomlardan ultraviyole ışık fotonları çıkar ve bu fotonların fosfor atomları-na çarpmasıyla göze görülebilen ışık meydana gelir.

LCD ekran, plastik bir tabaka içindeki sıvı kristalin ışığı yansıtmaması ilkesi ile çalışır. LCD ekranlarda kullanılan sıvı kristaller, potansiyel fark uygulandığında düz biçimde sıralanır. LCD panelleri de iki kat polarize cam arasında yer alan yüzbinlerce likit (sıvı) kristal hücreden oluşur. LCD monitörlerin her bir pikselinde sıvı kristal madde bulunmaktadır. Her pikselde 3 adet renk hücresi (kırmızı, yeşil ve mavi) bulunur. Bu monitörlerin satır ve sütunlarında bulunan piksellerin her biri elektrotlara bağlıdır. Elektrotlar aracılığıyla istenilen renk hücresine elektrik akımı gönderilerek görüntü elde edilir.

3

LCD günümüzde dizüstü bilgisayarlar, tabletler, cep telefonları, televizyonlar, çamaşır ve bulaşık makineleri ekranları, dijital kol saatleri ve hesap makineleri gibi elektronik cihazlarda kullanılmaktadır.

Plazmalardan farklı alanlarda da yararlanırız. Buna floresan ve neon lambaları plazmalara örnek olarak verilebilir. Bunun yanında plazma teknolojisi, biyolojide sterilizasyon işleminde kullanılır. Ayrıca kâğıt ve uzay endüstrisinde, elmas yapımında, elektronik çip yapımında, iletişim teknolojisinde, kaplama ve metal kesim alanlarında kullanılmaktadır.

4

Fiziğin alt dallarından olan yüksek enerji ve plazma fiziği maddenin plazma hali ile ilgilenmekte ve doğal olarak plazma teknolojisiyle yakından ilgilidir. Fiziğin bir diğer alt dalı olan katıhal fiziği maddelerin kristal yapılarıyla ilgilenmekte olup LCD teknolojinin gelişmesiyle yakından ilgilidir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 240.

CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 128

①

Bilgi	İletken Madde	Yalıtkan Madde	Yarı İletken Madde
1. Elektrik akımına karşı çok az direnç gösterirler.	X		
2. Bazı özel şartlar altında iletken durumuna geçerler.			X
3. Elektronları atomlarına sıkı olarak bağlıdır.		X	
4. Atomları 1, 2 veya 3 valans elektronlu olan metallerdir.	X		
5. Kristal yapıya sahiptirler.			X
6. Bu maddelerin dış yörüngedeki elektron sayıları 8 ve 8'e yakın sayıda olduğundan elektronların atomdan uzaklaştırılması zordur.		X	
7. Doğal olarak bulunabileceği gibi laboratuvarlarda bileşik olarak da elde edilebilir.			X
8. İletkenlik özelliği kazanması geçici olup dış etki kalkınca elektronlar tekrar atomlarına döner.			X

- ② Öğrencilerin araştırmaları doğrultusunda verecekleri cevaplarda farklılıklar olabilir. Muhtemel öğrenci cevapları şöyledir: Emir'in söylediği yanlıştır. N tipi yarı iletken elektron vermeye, P tipi yarı iletken elektron almaya yatkındır. N tipi yarı iletkenlerde yük taşıyıcısı elektronlarken P tipi yarı iletkenlerde yük taşıyıcısı oyuklardır.

İrem'in söylediği doğrudur. Silisyum ve dış yörüngesinde 5 elektron bulunan arsenik atomlarının kurdukları kovalent bağdan her bir arsenik atomunun 1 elektronu açıkta kalır. Bu durumda N tipi bir yarı iletken elde edilir.

Yiğit'in söylediği doğrudur. Silisyumun değerlik elektronlarının 3 tanesi borun değerlik elektronları ile kovalent bağ yapar. Bor atomunda eksik olan dördüncü elektron geriye oyuk adı verilen tamamlanmamış bir bağ bırakır.

Erdem'in söylediği yanlıştır. P tipi maddeye gerilim kaynağı bağlandığında kaynağın negatif kutbundaki elektronlar gerilim kaynağının pozitif kutbuna doğru ilerler. Bu durumda gerilim kaynağının pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru bir oyuk hareketi oluşur.

Alya'nın söylediği doğrudur. N tipi maddeye gerilim kaynağı bağlandığında üzerindeki serbest elektronlar gerilim kaynağının negatif kutbundan itilip pozitif kutbundan çekilir. Bu durumda gerilim kaynağının negatif kutbundan pozitif kutbuna doğru bir elektron akışı oluşur.

Bade'nin söylediği doğrudur. Saf kristal yapıdaki yarı iletkenlerin serbest elektronları yoktur. Bu nedenle yarı iletkenlere çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek yalıtkanlıkları düşürülür.

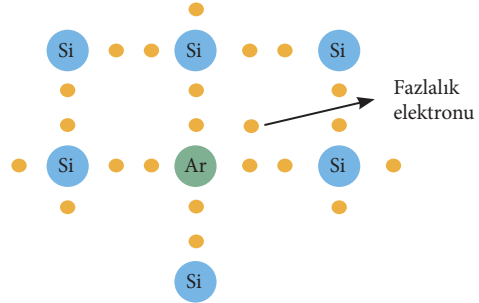
- ③ Sızıntı akımlarının fazla olması ve sıcaklıktan çok çabuk etkillemeleri nedeniyle germanyum elementi devre elemanı üretiminde tercih edilmemektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 244-245.

Etkinlik No.: 129

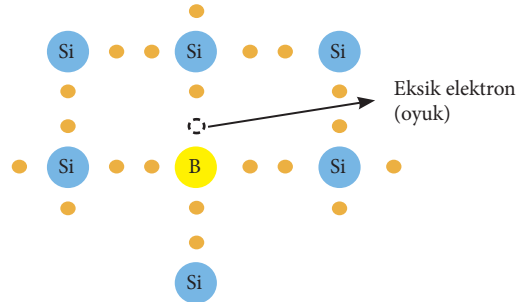
①

Silisyum atomuna dış yörüngesinde 5 elektron bulunan bir atomdan katkılандığı zaman N tipi yarı iletken elde edilir. Silisyum atomu arsenik atomuyla katkılanırsa silisyumun 4 değerlik elektronu ile arseniğin 4 değerlik elektronu kovalent bağ yapar. Arsenik ve silisyum atomlarının kurdukları kovalent bağdan her bir arsenik atomunun 1 elektronu açıkta kalır. Silisyumun arsenik ile katkılanmasıyla negatif yüklü madde elde edilir. Arsenik ile katkılanmış silisyum atomlarının örgüsüne ait model aşağıdaki gibidir.



②

Silisyum atomuna dış yörüngesinde 3 elektron bulunan bir atomdan katkılандığı zaman P tipi yarı iletken elde edilir. Silisyum atomu son yörüngesinde 3 elektron bulunan bor atomuyla katkılanırsa silisyumun değerlik elektronlarının 3 tanesi, bor atomunun değerlik elektronları ile kovalent bağ yapar. Kurulan bu kovalent bağlarda bir elektronluk eksiklik kalır. Bu eksikliğe oyuk adı verilir. Silisyumun bor ile katkılanmasıyla pozitif yüklü madde elde edilir. Bor ile katkılanmış silisyum atomlarının kristal örgüsüne ait model aşağıdaki gibidir.



Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 244-245.

Etkinlik No.: 130

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

①

Uygulamada daha çok alternatif akımı doğru akıma çevirme (doğrultma) işlevinde kullanılır. Bu özelliği ile elektrik devrelerinde akımı kontrol eden anahtar işlevindedir. Doğru akımla çalışan ve doğrudan prize takılarak kullanılan tüm cihazlarda kullanılır. Işık yayan ve ışığa duyarlı olarak akım geçirenleri de vardır.

②

Devrelerde yükseltici olarak ve anahtarlama amacıyla kullanılmaktadır. Elektronik cihazlarda bu özelliklerinden yararlanılmaktadır. Transistörler de diyotlar gibi elektronik cihazlarda yükseltici ve anahtar işlevi görür.



CEVAP ANAHTARLARI

- 3 Güneşe tutulan bir avuç kumun içerisinde yer alan ve parlayan şeffaf yapılar, silisyum adlı elementin doğadaki hâlidir. Kumun içindeki silisyum genellikle doğada SiO_2 (Silisyum dioksit) şeklinde bileşik hâlde bulunur. Silisyum doğal hâlde iken elektriği iletmez. Saflaştırma işlemine tabi tutularak maddeye iletkenlik özelliği kazandırılır.

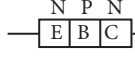
$\text{SiO}_2 + 2\text{OC} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$ reaksiyonu ile elde edilen silisyum %90 civarında saflık oranına sahiptir.

$\text{Si} + 4\text{HCl} \rightarrow \text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2$ işlemine tabi tutulur.

Sonra $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{Si} + 4\text{HCl}$ şeklinde hidrojen ile indirgenildiğinde elde edilen silisyum %100 saf silisyumdur. Saf silisyum bor, arsenik, galyum ya da fosfor ile katkılanarak elektronik malzemelerin temel yapı taşı hâline dönüşmüş olur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 245-247.

Etkinlik No.: 131

- 1 Akımın tek yönde akmasını sağlayan elektronik devre elemanıdır.
- Silisyum ya da germanyum yarı iletkenlerine bor, arsenik, galyum ya da fosfor ilave edilerek oluşturulan P ve N yarı iletken malzemelerinin birleştirilmesi sonucunda oluşturulur.
- 2 Anot (+)  Katot (-) Anot (+)  Katot (-)
- 3 Elektrik akımını yükseltme ve anahtarlama görevi yapan elektronik devre elemanıdır.
- Silisyum ya da germanyum yarı iletkenlerine bor, arsenik, galyum ya da fosfor ilave edilerek oluşturulan P ve N yarı iletken malzemelerinin PNP ya da NPN şeklinde birleştirilmesi sonucunda oluşturulur.
- 4 NPN tipi transistörler  PNP tipi transistörler 

- 5 Yarı iletken malzemelerin bulunuşu ile özellikle transistörlerin yapılması, günümüzde kullanılan teknolojinin alt yapıyı oluşturmuştur. Çok küçük yapıda ancak güçlü teknolojik aletlerin tasarlanmasına olanak sağlamıştır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 245-247.

Etkinlik No.: 132

- 1 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:
- LED Saatleri**
- Bilgisayar, televizyon gibi aletlerin ekranından yayılan ışığın şiddetini ve dalga boyunu kullanıcı mesafesine göre ayarlama teknolojisine dönüşebilir.
 - Mekân aydınlatmaları için otonom sistemlere dönüşebilir.
 - Okullarda aydınlatma sistemlerinde kullanılabilir.
 - Araba teknolojilerinde sürücü konforu ve emniyeti için kullanılabilir.
- LED Spreyler**
- Bu teknoloji geliştirilerek kalem haline getirilebilir.
 - Bu uygulamaya uygun yazı tahtaları ile okullarda kullanılabilir.
- Optik – LED Anahtarlar**
- Güvenlik Sistemlerinde kullanılabilir.
 - Trafikte güvenlik uyarı sistemlerinde (yaya veya araç hareketlerinin takibinde) kullanılabilir.
 - Trafik yoğunluğuna göre değişebilen otonom sinyalizasyon sistemlerinde kullanılabilir.

- 2 Bitkiler çeşitli dalga boyundaki ışığa farklı duyarlılığa sahiptir. Fotosentez hızları, çimlenme süreleri, meyvenin olgunlaşma döneminde ışığın dalga boyuna göre farklılık gösterir. Günümüzde ışığın istenilen dalga boylarında ayarlanabilir olmasından dolayı LED'ler bitki yetiştiriciliğinde ve seracılıkta kullanılmaktadır.

- 3 Enerji tasarrufu çok yüksektir. Kullanım ömürleri çok uzundur.
- CO_2 salınımı çok düşüktür.
 - Bakım maliyetleri düşüktür.
 - Açısı ayarlanabilir beyaz ışık verebilirler. Farklı renk ışık yayabilirler.

- 4 **Otomotiv Sektöründe:** Gün ışığına yakın far ışığı, uzak mesafeleri aydınlatan far sistemleri, harekete duyarlı güvenlik sistemleri, ve araç içi aydınlatma sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Tip Sektöründe: Farklı dalga boyunda LED sistemleri çeşitli tedavilerde kullanılmaktadır. Cilt kırışıklığı oluşumunu azaltmada, cilt lekelerinin tedavisinde, prematüre doğumlarında bebeğin kuvvöz bakımlarında, birçok tıbbi medikal aletin ekran teknolojisinde kullanılmaktadır.

Görüntü Sistemlerinde: LED, OLED ve AMOLED ekranlar görüntü kalitesi yüksek ekran sistemleri birçok alanda kullanılmaktadır.

Aydınlatma Sistemlerinde: Tasarruflu, ömrü uzun ve kullanımı kolay olduğu için bir çok alanda kullanılmaktadır.

Tarım Sektöründe: Seracılıkta, bitki yetiştiriciliğinde, İpek böceği üretimi gibi alanlarda ayarlanabilen ışık renkleri ile kullanılmaktadır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 248.

Etkinlik No.: 133

- 1 **Reklam panoları:** Diğer kaynaklara göre daha fazla renk seçeneği sunması, daha parlak olması, ışık verme hızının diğer kaynaklara göre çok yüksek olması, uzun ömürlü ve dayanıklı olması LED'lerin tercih edilmesine sebep olmuştur.

Araç farları: Gün ışığına yakın renkte ışık elde edilebilmesi, dayanıklı ve uzun ömürlü olması, ışık açısının ve şiddetinin ayarlanabilmesi farlarda kullanılmasına neden olmuştur.

Sokak ve mekân aydınlatmaları: Tasarruflu ve uzun ömürlü olmaları, karbondioksit salınımının diğer kaynaklara göre çok düşük olması en önemli tercih nedenidir.

Tavukçuluk: Yumurta veya et tavukçuluğunda tavukların belirli dalga boyunda ışıkla gelişimleri kontrol altına alınmaktadır.

Televizyon ekranları: Renk sayısının yüksek olması, dayanıklılığı, tasarruflu olması, LCD teknolojisini daha kullanışlı seviyelere çıkarmıştır.

- 2 a) Uykusuzluğun nedeni gece gündüz kavramının olmamasından dolayıdır.
- b) İnsan vücudu günün belirli saatlerinde gelen ışığın dalga boyuna göre farklı hormonlar salgılar. Bu hormonlar vücut ve psikolojik sağlık açısından çok önemlidir. Günün belirli saatlerinde bu dalga boylarında ışığı LED'ler sayesinde oluşturularak bu sorunun çözümünü sağlayabiliriz.

CEVAP ANAHTARLARI

- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar şöyledir:
- Kızılötesi ışınları haberleşme (görüntü ve ses aktarımı) sistemlerinin tasarımında kullanılabilir.
 - Morötesi ışınlar dezenfeksiyon amacıyla veya tıp alanında tedavi amacıyla kullanılabilir.
- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar şöyledir:
- Aydınlatma alanında kullanılmaktadır. Tasarruflu olmaları ve zararlı gaz yaymamaları en önemli nedenidir. Ekran teknolojisinde çok önemli bir yer tutar. Diğer ışık teknolojilerine göre çok daha hızlı ışık vermeleri ve renk seçeneklerinin fazla olması ekran teknolojileri için çok önemli bir nedendir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 248.

Etkinlik No.: 134

- ① Güneş pillerinin yapısında yer alan P ve N tipi yarı iletkenler sayesinde elektrik akımı oluşur.
- ② Güneş piline gelen fotonlar yarı iletken malzemeden elektron sökerler. Panel üzerindeki iletken metallere hareket eden elektronlar bir elektrik akımı oluştururlar. Bu durum sürekli olarak tekrarlanır.
- ③

Güneş Enerjisinin Avantajları	Güneş Enerjisinin Dezavantajları
Fosil yakıtların tükenmeye başladığı dünyamızda güneş enerjisi, tükenmeyen ve temiz enerji kaynağı özelliğine sahiptir.	Kurulum maliyeti yüksektir.
Küresel ısınmanın giderek arttığı bir ortamda güneş enerjisi, karbon salınımına neden olmayan bir enerji çeşididir. Çevreyi kirlenmeye atıkları olmayan, çevre dostu, gerektiğinde enerji ihtiyacına bağlı olarak kolayca değiştirilebilen sistemlere sahiptir.	Güneş enerjisi sistemlerinin verimi güneşin durumuna bağlıdır. Bulutlu havalarda, çevre kirliliği, güneşin yönü sistemlerde verimi etkilemektedir.
Güneş enerjisinin bir diğer çevreci özelliği de çalışırken ses çıkarmadığından gürültü kirliliğine neden olmamasıdır.	Fotovoltaik hücrelerde kullanılan yarı iletken maddelerin kullanım ömrü bittikten sonra çevre kirliliğine neden olabilmektedirler.
Güneş enerjisi yakıt maliyeti gerektirmeden sıcak su, ısıtma, soğutma, endüstriyel uygulamalar, elektrik üretimi gibi birçok uygulamayı sağlamaktadır.	Güneş Pillerinin verimi düşüktür.
Güneş enerjisi sistemleri enerji ihtiyacına göre kolay kurulabilir sistemlerdir. Ayrıca enerji ihtiyacının artması durumunda hızlı ve kolay bir şekilde sistemler genişletilebilir.	Binalarda kullanılan güneş toplacıların görünüm ve yer açısından bazı sorunlara yol açabilmektedir.

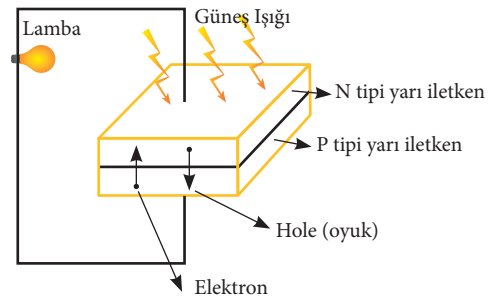
Güneş enerjisi sistemleri üretim ve kurulum maliyetlerinden sonra kullanımda çok fazla bakım maliyeti oluşturmamaktadır. Güneş enerjisi ile çalışan sistemler kolaylıkla taşınabilir. Elektrik şebeke hattı bulunmayan ya da şebeke hattının götürülmesinin pahalı olduğu kırsal yörelerde güneş pillerinin kullanımı daha ekonomik olabilmektedir.	Özellikle elektrik üretimi yapan toprak tiplerinde gölgelemeyi önlemek için geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinin gece enerji sürekliliği sağlanabilmesi için depolama sistemlerine ihtiyaç duyar.
Güneş sistemlerinin ilk kurulum ve üretim maliyetleri yüksektir ancak uzun dönemde fosil yakıtlara göre başlangıçtaki maliyetin geri dönüşümü vardır.	Güneş enerjisi teknolojisi ulaşım amaçlı uygulamalar için henüz yeterli verime sahip değildir. Gelişmekte olan bir teknolojidir.
Güneş pili, dayanıklı, güvenilir ve uzun ömürlüdür. Her ev, kendi enerjisini çatısına kurduğu güneş pilleri ile karşılayabilir. Böylece iletim ve enerjiyi taşıma maliyetleri ve kayıpları ortadan kalkmaktadır.	

- ④ Güneş pili teknolojisi hızla gelişiyor ve büyüyor. Hem güneş pili fiyatları düşmekte hem de daha verimli piller üretilmeye başlanmaktadır. Güneş pillerinin daha verimli hâle getirilmesi sonucunda önemi daha da artacaktır. Son yıllarda ülkemizde de temiz enerji konusunda yatırımcılara ve insanlara çok büyük teşvik ve destekler verilmektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 248 - 249.

Etkinlik No.: 135

1. Yönerge



2. Yönerge

- ① Güneş hücresine (fotovoltaik hücre) gelen fotonlar N tipi yarı iletkenlerden elektron kopararak P tipi yarı iletkenlerdeki elektronların alttan yukarıya doğru hareketine sebep olur. Fotonlar N tipi yarı iletken tarafından soğurularak valans elektronlarını serbest bırakır. Serbest kalan elektronlar N tipi yarı iletkene doğru hareket eder. Bu olayın temelinde fotoelektrik olay vardır. Hareket eden elektron ve ters yönde kayan oyuklar elektrik akımını oluşturur.
- ② Güneş pillerinde elektron akış yönü sabit olduğu için elde edilen akım doğru akımdır.



CEVAP ANAHTARLARI

- 3 Güneş pillerinin kullanım alanları:
- Aydınlatma sistemleri Deniz fenerleri
 - Uzun araçlarının enerji ihtiyacı Sokak lambaları
 - Trafik ışıkları
 - Evlerin elektrik ihtiyacında Saat ve hesap makinelerinde
 - Saat ve hesap makinelerinde kullanılır.
- 4 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevaplar şöyledir:
- Tarımda sulama alanında enerji ihtiyacını karşılayabilir.
 - Maliyetlerin düşürülmesi ve tedarik zincirinin artması sonucu her mesken kendi elektriğini kolaylıkla üretebilir.
 - Otomotiv sektöründe tamamen güneş enerjisine geçebilir.
 - Taşımacılık (deniz, kara, hava) sektöründe kullanılması maliyetleri çok düşürmekle kalmayıp fosil yakıtların çevreye verdiği zararı da ortadan kaldırır.
 - Fabrikaların enerji ihtiyacının karşılanması üretim ve maliyet bileşenlerini olumlu etkileyecektir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 248 - 252.

Etkinlik No.: 136

- 1 Aşağıda bir tasarım örneği verilmesine rağmen bu etkinlikte proje tasarımını öğrencilerin yapması istenmektedir.

Güneş enerjili şapka: Güneş enerjisinin kullanıldığı şapka yapılarak, güneş enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu enerji şapkada yer alan jack girişi sayesinde küçük cihazları çalıştırabilir. Bu sayede şarjı bitmiş telefonlar; sahilde, çarşıda, pazarda, yolculukta kolayca şarj edilebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 248 - 252.

Etkinlik No.: 137

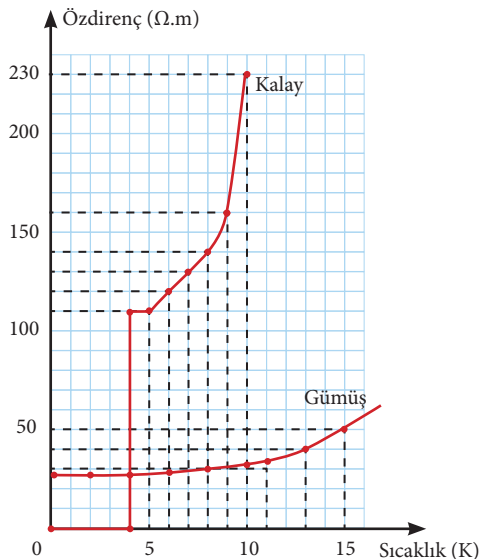
2. Yönerge

Öğrenci gruplarının çalışması dikkate alınmalıdır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 251 - 252.

Etkinlik No.: 138

1. Yönerge



2. Yönerge

- 1 Grafiğe göre süper iletken, sıcaklığı belli bir değerin altına düşüğünde direnci sıfır olan malzemedir. Süper iletken olmayan metallerin sıcaklığı ne kadar düşürülürse düşürülsün dirençleri sıfır olmamaktadır.

- 2 $T_c = 4$ K'dir.

- 3 Süper iletkenlik özelliği taşıyan bir malzemede direnç sıfır olduğundan bu malzemelerin kullanıldığı elektronik sistemlerde dirençten kaynaklanan ısı kaybı oluşmayacaktır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 254 - 255.

Etkinlik No.: 139

2. Yönerge

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

C.1. Süper iletkenlikle ilgili çalışmalar ilk kez 1908 yılında Holandalı fizikçi Heike Kamerlingh Onnes'in helyumu sıvılaştırması ile başlamıştır. Sıvı helyumun üretilmesiyle katı maddelerin düşük sıcaklıklardaki fiziksel özelliklerini inceleme imkânı sağlanmıştır. Heike Kamerlingh Onnes, bu alandaki çalışmalarıyla 1913 yılında Nobel Ödülü almıştır.

C.2. Bu keşiften sonra çok sayıda element, alaşım ve bileşiklerin düşük sıcaklıkta iletkenlikleri incelenmiş; hangi katıların hangi kritik sıcaklıkta süper iletken olduğu tespit edilmiş ve bu maddelerin özellikleri incelenerek endüstriyel kullanıma yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Ç.1. Her madde süper iletken olamaz.

Ç.2. Oda sıcaklığında iyi iletken olarak bilinen demir, gümüş, altın ve bakır soğutulduğunda süper iletkenlik göstermez. Bilinen süper iletkenlerin birçoğu alaşım ve bileşiklerdir.

D.1. Süper iletkenlerin kritik sıcaklıkta sıfır direnç göstermelerinin yanı sıra yakınlarda bulunan herhangi bir manyetik alanı dışlamaları da ayırt edici özelliklerindendir.

D.2. Bir mıknatıs, kritik sıcaklığın altında bulunan bir süper iletkeni zıt kutuplu bir mıknatıs gibi iter.

E.1. Kritik manyetik alan, süper iletkenliğin sınıflandırılmasında kullanılan en yaygın kriterdir. Kritik manyetik alan, kritik sıcaklık ile uyum içindedir. Süper iletken malzemeler, kritik manyetik alan durumuna göre I. tip ve II. tip süper iletkenler olmak üzere ikiye ayrılır.

E.2. I. tip süper iletkenler, sadece belirli bir kritik manyetik alan değerinin altında; II. tip süper iletkenler, alt ve üst kritik alanlar olmak üzere iki kritik manyetik alan değerinde süper iletkenlik davranışı gösterir.

F.1. Elektrik akımına karşı oluşan direncin kritik bir sıcaklık değeriinde tamamen ortadan kalkması ve elektronların dirençle karşılaşmaması.

F.2. Süper iletkenin içine manyetik alanın nüfuz edememesi.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 254 - 255.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 140

- ① Hareket esnasında rayların üzerinde duran bu trenlerde raylarla tren arasında temas olmadığından sürtünme kuvveti büyük ölçüde azalır. Böylece enerji kaybı çok az olur ve trenler çok yüksek hızda hareket edebilir.
- ② Parçacık hızlandırıcılarda, çok yüksek hızlarda hareket eden parçacıkların istenilen doğrultuda hareket etmesini sağlamak için yüksek şiddette manyetik alanlara ihtiyaç vardır. Bunu sağlamak için süper iletkenler kullanılır.
- ③ Görüntüleme ve teşhis alanında kullanılan MR (manyetik rezonans) görüntüleme sistemlerinde süper iletkenlerden yararlanır. Bu cihazların yüksek çözünürlüğü sayesinde yumuşak doku rahatsızlıkları hasta radyasyona maruz bırakılmadan teşhis edilebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 255 - 256.

Etkinlik No.: 141

- ① Parçacık hızlandırıcılarda, hızlandırılan atom altı parçacıkları ışık hızına yakın hızlarda hareket ederken merkeze bağlı tutulabilmesi için gerekli olan güçlü mıknatıslar süper iletkenler ile yapılabilmektedir.
- ② Süper iletken kablolar, elektrik devreleri, gemi itme sistemleri, rüzgâr türbinleri gibi enerji kullanan birçok alanda kullanılabilir.
- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap:
 - Evet, oda sıcaklığında süper iletken elde edilebilir. Çünkü süper iletkenliği denenmemiş birçok madde vardır.
 - Hayır, oda sıcaklığında süper iletkenlik elde edilemez. Çünkü şimdiye kadar 117 K (-156 °C) sıcaklığın üstüne çıkılamamıştır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 255 - 256.

Etkinlik No.: 142

- ① Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Termal kıyafetler, leke bırakmayan cam bezleri, ışıgı görünce renk değiştiren elbiseler, kir tutmayan kumaşlar, hem uzağı hem de yakını gösterebilen gözlük camı, mikro lazerler, birçok elektronik malzemenin yaptığı işi tek başına yapan mikro işlemci ve çipler, 360° görüş açısı sağlayan kamera mercekleri, kurşun geçirmeyen cam filmleri, sinir kas uyarıcıları, kanser tedavisinde kullanılan robotların tasarım ve yapım aşamasında faydalanılmıştır.
- ② Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Grafen pil nanoteknoloji ile oluşturulmuş bir pil teknolojisidir. Bu teknoloji, şarj edilebilir pillerin şarj esnasında ısınma ve patlama sorununu ortadan kaldırıp kısa sürede şarj edilebilmesini, istenildiğinde de ısınmadan hızlı deşarj olabilmelerini sağlayan bir özelliğe sahiptir.
- ③ Halen Bilkent Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (NANOTAM) başkanlığını yürüten ve 39 yaşında geliştirdiği yöntemle DVD'nin depolama kapasitesini 100 kat arttıran projeyle AB'nin Bilim Oscarı Descartes Bilim Ödülü'nü almaya layık görülen ilk Türk bilim insanıdır. Ayrıca ışığın ters yönde kırılmasını sağlayan "meta malzeme" ya da "solak malzeme" mucidi olan Prof. Dr. Ekmel Özbay ülkemizde nanoteknolojinin gelişmesine ışık tutmuş ve uluslararası yayınlarda çok sayıda makale ve yazısı yayınlanmış bir bilim insanımızdır.

- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Nanoteknoloji askeri alanda (hafif, dayanıklı ve daha fazla koruma sağlayacak malzeme geliştirilmesinde), bilgi enformasyonda (biyrobotlar, mikro ve nanorobotlar, dijital etiketleme, mikro konumlandırılmalı sensör, mikro harekete duyarlı sensörler, dijital ID, mikro IR sensörler, gece görüş cihazları, termal kameralar), malzeme alanında (hafif koruyucu kıyafetler, akıllı üniformalar, görünmez malzemeler, esnek katı malzemeler, nano zırh, 360° görüş), biyoloji alanında (biyolojik koruma, kimyasal koruma, sinir kas uyarıcı, biyo mekanik karışımlar), enerji alanında (mikro lazer, elektromanyetik bomba, nano patlayıcılar), otomasyon alanında (hafif kırılmaz malzemeler, kırılmaz cam teknolojisi, renk değiştiren boyalar, kırılmaz kumaşlar), sağlık alanında (akıllı tablet, nano robotlar, damar yolunda görüntülü hareket eden mikro kamera ve ahtapot cerrahi makaslar gibi) yapılan üretimler bir ülkenin ekonomik kalkınmasına, savunma sanayinin geliştirilmesine, sağlık uygulamalarında, sosyal yaşamın kolaylığına katkı sağlar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 258 - 259.

Etkinlik No.: 143

- ① Nanobilim olarak adlandırılır.
- ② Nanoteknolojik malzemeler.
- ③ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Atomik boyutta görüntüleme ve buna bağlı olarak deneysel yöntemlerin geliştirilmesi, nano boyutta ölçüm yapabilme teknikleri ile çok küçük boyutlarda malzeme üretebilme ve bu malzemelerin yapısını atomik boyutta kontrol edebilmeyi sağlar. Bu teknolojik gelişmeler sayesinde nano boyutta robotlar, şimdikinden çok daha hızlı bilgisayarlar, betondan daha dayanıklı lastik binalar yapılabilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 258.

Etkinlik No.: 144

- ① Karbon ve hidrojen atomlarının sentezlenmesi basit ve dayanıklı olarak fazla olduğu için araba şasesinde bu atomlar kullanılmaktadır.
- ② Fulleren; 60 tane karbon atomundan oluşmuş, top şeklindeki kapalı kafes yapıdadır. Dayanıklı yapısından ve şeklinden dolayı araba tekerlerinde tercih edilmektedir.
- ③ ► Altın normalde sarı olmasına karşın nano ölçeklerde kırmızımsı görünmektedir. Bu sebeple altın kaplama arabalara "Mars" (kızıl gezegen) ismi verilmiş olabilir.
- Bakır normalde kırmızımsı bir renge sahiptir ancak nano boyutlarda saydam hâle gelmektedir. Bu sebeple bakır kaplama arabalara "Hayalet" ismi verilmiş olabilir.
- Alüminyum yanıcı olmadığı hâlde nano boyutlarda yanıcı madde özelliği gösterir. Bu sebeple alüminyum kaplama arabalara "Kıvılcım" ismi verilmiş olabilir.
- Malzeme bilminde esneme, uzama ve şekil değiştirme özelliğine sahip maddelere sünek denir. Normalde kırılğan bir malzeme olan seramik, nano boyutlarda kolaylıkla deforme olup şekillendirilebilir. Bu sebeple seramik kaplama arabalara "Sünek" ismi verilmiş olabilir.
- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: Futbol maçları, motosiklet yarışları vb.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 259 - 260.



CEVAP ANAHTARLARI

Etkinlik No.: 145

- 1 Nanoparçacıklar, nanolevhalar ve nanoteller olmak üzere üç grupta incelenir.
- 2 Bildiğimiz malzemeler nano boyuta inince bildiğimiz özelliklerini değiştirirler. İletkenlik, esneklik, renk, dayanıklılık gibi özellikleri değişebilir. Seramik kırılğan yapıdayken nanomalzeme olduğunda istenilen şeklin kolayca verilebildiği bir hâle dönüşür. Bazı metaller (altın, bakır, alüminyum) de nanomalzeme hâlindeyken renkleri ve elektriksel özellikleri değişir. Kısacası nanomalzemeler, bilinen malzemelerin aksine çok daha farklı yapı ve özellik sergileyebilir.
- 3 Fulleren, 1985 yılında keşfedilmiş ve 60 tane karbon atomunun küresel yüzey üzerine düzgün dağılımı şeklinde oluşturulmuş özel bir yapıdır.

Günümüzde fullerenin plastik şişelerden uçak gövdelerine ve motor yağı katkısına kadar birçok yerde kullanım alanı mevcuttur.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 259.

Etkinlik No.: 146

- 1 Su ve kir tutmayan mont, cep telefonu şarj eden tişört, renk değiştiren elbise, kokmayan çorap gibi yaşamı önemli ölçüde kolaylaştıran pek çok ürün nanoteknolojiyle üretilen akıllı kumaşlarla üretilmektedir. Nanoçipler; bilgisayar, akıllı telefon ve tablet gibi teknolojik aletlere yerleştirilebilen, üzerinde bilgi barındıran parçacıklardır. Nanorobotlar; tıp, askeri, sağlık, dişilik, uzay teknolojisi gibi alanlarda kullanılan nanometre boyutuna yakın makine veya robot teknolojisidir.
- 2 Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir: su ve kir tutmayan kumaşlar, araba kaplamaları veya duvar boyaları, araba veya gözlük camı su itici uygulaması, çizilmez araba boyaları, fotovoltaik güneş panelleri.
- 3 Öğrencilerin cevapları değerlendirilir.
- 4 Öğrencilerin cevapları değerlendirilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 260 - 261.

Etkinlik No.: 147

Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir. Muhtemel cevap şöyledir:

- 1 **ENERJİ**
 - Lityum iyon batarya elektrotları
 - Hidrojen üretim katalizleri
 - Yakıt hücresi katalizleri
 - Boya esaslı güneş hücreleri
 - Yakıt katkı malzemeleri
 - Hidrojen depolama malzemeleri

ÇEVRE

- Çevresel katalizörler
- Atık su işlemleri
- Kirletici önleme sistemleri
- Kirlilik yönetim sensörleri

SAĞLIK

- UV koruma
- Güneş kremleri
- Antibakteriyel
- Kanseri tedavisi
- Hipertansiyon tedavisi
- Antioksidanlar
- Kemik büyütmeleri

ZİRAAT

- Besin paketleme
- Yiyecek kalite güvenlik sensörleri
- Fungisid
- Nutrasötik
- Yiyecek işleme katalizörleri

ELEKTRONİK

- Kuantum bilgisayarlar
- Yüksek yoğunluklu veri depolama
- Kuantum lazerleri
- Güçlü miknatıslar
- Tek elektron transistörleri
- Yüksek hassasiyetle sensörler
- Kimyasal sensörler
- Gaz sensörleri
- Otomotiv katalizörleri

TEKSTİL

- Isı tutucu kumaşlar
- Leke tutmaz tekstil
- Teknik tekstil
- Medikal tekstil
- UV bariyer kumaşları
- Kendi kendini temizleyen kumaşlar

BİOMEDİKAL

- Pansuman malzemeleri
- Kontrollü ilaç salınımı
- Görüntüleme sistemleri ilaçlar
- Diş seramikleri
- Moleküler etiketleme
- Biyo göstergeler
- IR kontrast madde
- Görüntüleme için nano fosfor

ÜRETİM

- Ferro akışkanlar
- Süper plastik seramikler
- Kâğıt katkıları ve kaplama sistemleri
- Süper termal iletken sıvılar Pigmentler
- Güçlendirilmiş plastikler
- Nanokompozitler
- Katalizörler
- Gaz bariyer sensörleri
- UV blok kaplamaları
- Aşınma dayanımı artırıcı kaplamalar
- Antimikrobiyal kaplamalar
- Kendi kendini temizleyen yüzeyler
- Nano mürekkepler
- Şeffaf iletken polimer filmler
- Çürüme önleyici kaplamalar
- Polimer fiberler



CEVAP ANAHTARLARI

- 2 Nanoteknoloji, 21. yüzyıla damgasını vuran popüler bir gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde bu alandaki ilerlemelerin insanlığın daha rahat bir Dünya oluşturma çabalarının sonucu olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Nanoteknoloji, günümüzde birçok alanda hayatımızı kolaylaştıran uygulamalar içermektedir. Hayatımızın her alanında kullanılan bu teknolojik ürünlerin sürekli olarak daha akıllı hâle geldiklerine şahit olmaktadır. Nanoteknoloji alanındaki uygulamaları belirli alanlarla sınırlamak uygun değildir. Bilim ve teknolojinin neredeyse her alanında yapılan çalışmalar sayesinde çeşitliliği ve kullanım alanı hızla artan nanomalzemelerin çok yakın bir gelecekte hayatın her alanına gireceği aşikardır. Önümüzdeki yıllarda nanomalzemeler yiyeceğimiz gıdalardan üzerimize giyeceğimiz elbiselere, kullanacağımız otomobillerden bilgisayarlara gücüne, hastalıklardan kurtulmak için kullanacağımız ilaçlardan içerisinde ikamet ettiğimiz evlere ve daha saymadığımız birçok alanda hayatımıza tamamen girecektir. Kendini temizleme özelliğine sahip duvar boyaları, kir tutmayan halı ve kumaşlar, kırışmayan kıyafetler nanoteknoloji sayesinde günlük hayatımıza girmiştir. Suyu ittiği için sileceğe gerek duymayan otomobil camları, kendi kendini temizleyen bina dış cepheleri, yosun ve deniz hayvanlarının yapışmadığı gemi dış yüzey boyaları ve sürtünmesiz yüzeyler yakın bir gelecekte üretilebilecektir. Tıp alanında kullanılan nanorobotlar, ilerleyen zamanlarda vücuttaki hastalıkları tespit edebilir ve hastalıklı hücreleri yok edip hasarlı hücreleri onarabilir hâle gelecektir. İnsanlık açısından büyük bir değişim ve dönüşüm söz konusu olacağından ülkelerin bu gelişmelerin olası sonuçları üzerinde düşünmesi gerekmektedir. Bu gelişen teknolojinin gerisinde kalmamak için gerekli teknolojik yatırımların yapılması ve bu alanda çalışacak insan gücünün yetiştirilmesi gerekmektedir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 260 - 261.

Etkinlik No.: 148

1. Yönerge

- 1 Lazer ışınları uyarılmış emisyon yoluyla oluşturulur. Uyarılmış emisyonda enerji olarak bir üst enerji seviyelerine çıkan elektronlar, aldığı enerjiye sahip fotonlarla bombardıman edildiğinde temel enerji seviyesine iner. Elektronların temel enerji seviyesine inerken yaydığı fotonların enerjisi, bombardıman edildikleri fotonların enerjisine eşit olur. Bu olay meydana gelirken gelen fotonun enerjisi absorbe edilmez. Böylece foton sayısı bir iken ikiye, iki iken dörde çıkar. Böylece katlanarak bir foton çığı oluşur.
- 2 Lazer ışınlarında karşılıklı birbirine paralel aynalar kullanılır. Kullanılan aynalardan birisi tam yansıtma özelliğine sahiptir. Diğer ayna ise % 90 - 95 oranında bir yansıtma özelliğine sahiptir. Az da olsa geçirgen özelliğe sahip olan ayna aynı zamanda lazer ışınlarının kaçış noktalarını oluşturur.

Lazer Işığı	Normal Lamba Işığı
Lazer ışığının fotonları aynı fazdadır.	Normal ışıktaki farklı fazlara sahip fotonlar bulunur.
Lazer ışığı tek renktedir.	Normal ışık tek renk olabileceği gibi farklı renklerin birleşimi şeklinde de olabilir.
Çok uzaklara dağılmadan yayılabilirler.	Çok uzaklara gidildikçe dağılırlar.
Yansıma ve kırınımına uğrarlar.	Yansıma ve kırınımına uğrarlar.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 263 - 264.

Etkinlik No.: 149

1. Yönerge

- 1 Atomun yarıçapının artması, çekirdeğin çevresindeki elektronların bulunduğu yörüngelerin üstündeki yörüngelerden birine çıkması ile gerçekleşebilir.
- 2 Uyarılmış elektron, 10-8 s gibi çok kısa bir zaman aralığında foton salarak temel enerji seviyesine geri gelir. Bu şekilde atomun yarıçapı küçülür. Elektronun toplam enerjisi azalır, bağlanma enerjisi artar.

2. Yönerge

- 1 Uyarılmış atom, fotonlarla bombardıman edilmeye devam edildiğinde, uyarılma düzeyindeki elektron yoğunluğu artar. Fotonlar gönderilmeye devam edilerek elektronlar temel hâle dönmeye zorlanır.

Uyarılmış elektron, temel enerji seviyesine inerken foton salar. Salınan bu fotonların aynı doğrultuda ilerlemesini sağlamak için ayna kullanılmaktadır.

- 2 ► Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir.
- Dalga boyları aynı olan fotonlardan oluştukları için tek renklidir. Gözle görülebilir.
- Dağılmadan yayılabilir.
- LASER ışınları tek bir noktaya odaklanarak bu noktalarda yüksek sıcaklık elde edilebilir. Bu özelliği ile delme, kesme ve buharlaştırma olaylarında kullanılır.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 263 - 264.

Etkinlik No.: 150

- 1 **Malzeme Üretimi:** LASER'li dökme, lazer taramalı sinterleme ile üç boyutlu karmaşık parçaların üretimi yapılabilir. LASER'li ayırma ve talaş kaldırma yöntemlerinde delme, kesme, oyuk açma gibi işlemler yapılır. LASER kaynağı ile lehimleme, üretim sanayisinde sıkça kullanılmaktadır.

Tıp: LASER teknolojisi, birçok hastalığın tanısında ve iyileştirilmesinde kullanılır. Diş, diş eti ve göz operasyonlarında, burun kanamalarının tedavisinde kullanılır. LASER'ler, tedavi amaçlı olarak birçok ameliyatta kullanılır.

Ölçme-Analiz: Uzaklık, alan, hacim ölçümlerinde LASER'ler neredeyse tam sonuç verir. LASER'ler, yön ve yükselti ölçümünde, hız kontrol radarlarında, uçak ve gemilerin koordinatlarının bulunmasında kullanılır.

Lojistik: Marketlerde ve lojistik hizmetlerde barkod okunmasında yararlanılır.

Kumanda: Bazı fiziksel ve kimyasal olayların uzaktan, temasız biçimde kontrol edilmesinde LASER'lerden yararlanılır.

Fiber Optik Kablo: LASER sinyalleriyle kodlanan verilerin fiber optik kablolar kullanılarak uzak mesafelere minimum kayıpla aktarılması sağlanmaktadır.

- 2 Üçüncü endüstri devrimi ile birlikte üretimin otomasyonu sağlanmış ve modern gelişmelerin temeli atılmıştır. Diğer gelişmelerle birlikte LASER teknolojileri; telekomünikasyon, nükleer ve biyogenetik gibi bilimlerin gelişiminin önünü açmıştır.



CEVAP ANAHTARLARI

- ③ Ülkemizde LASER'lerin kullanım alanının artması bu teknolojilerin oldukça önem kazanmasına sebep olmuştur. Endüstriyel alanlardaki LASER uygulamalarında, LASER sistemi ihtiyaçları artmaktadır. Son yıllarda plastik esaslı malzemeler üzerinde mikro delik açma işlemleri bu uygulamalar arasındadır. Özellikle çok katmanlı üretimlerde LASER'le mikro delik açma yönteminin önemi her geçen gün artmaktadır.

Ülkemizde de Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM), Kocaeli Üniversitesinin Teknoparkında çalışmalar yapan bir birim olarak 2005 yılında kurulmuştur. Bu merkezde LASER teknolojileri konularında güncel çözümler üretilmekte, eğitimler verilerek bilimsel araştırmalar ve projeler yapılmaktadır.

- ④ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 265 - 266.

Etkinlik No.: 151

- ① Tıp alanında göz kusurlarının düzeltilmesinde, böbrek taşlarının kırılması, kalp damar cerrahisi, beyin cerrahisi, sindirim sistemi rahatsızlıklarının tedavisi, dermatolojik uygulamalar, ortopedik kusurların giderilmesi, estetik cerrahide uygulamalar, ortodonti uygulamaları gibi alanlarda LASER teknolojisi kullanılmaktadır.
- ② Sanayide hassas kesme, kaynak ve lehimleme, ölçeklendirme, üç boyutlu modelleme, haritalama ve bölgesel planlama işleminde LASER teknolojisi kullanılmaktadır.
- ③ Bilişim teknolojileri alanında yüksek hızlı veri iletişimi, CD, DVD okuyucuların yapısında, optik kodlama, siber güvenlik alt yapısında görüntüleme ve holografi, ışık algılama ve mesafe tayininde, (LİDAR) gibi teknolojilerde LASER teknolojisinden yararlanılmaktadır.
- ④ Savunma sanayisinde orta ve kısa menzilli silahlar için güdüm sistemleri, hedef belirleme ve konum tespit işlemleri, gece veya kısıtlı görüş hâlleri için yardımcı görüntüleme araçları gibi yerlerde LASER teknolojisi kullanılmaktadır.
- ⑤ Öğrencilerin verdiği cevaplara göre farklılık görülebilir.

Not: Konu ile ilgili bilgiler için bk. MEB Ortaöğretim Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa: 265.



KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 17

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

Etkinlik No.: 18

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

<http://www.trf.gov.tr/beybol-nedir>

[dSPACE.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/32101/TEZ.pdf?sequence=1](https://space.ankara.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12575/32101/TEZ.pdf?sequence=1)

Etkinlik No.: 28

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

[https://tr.wikipedia.org/wiki/General_Dynamics_F-16_Fighting_Falcon#Teknik_%C3%B6zellikleri_\(F16C_Blok_40\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/General_Dynamics_F-16_Fighting_Falcon#Teknik_%C3%B6zellikleri_(F16C_Blok_40)) (Erişim: Şubat 3, 2021)

<https://www.turkyildizlari.tsk.tr/Custom/TurkYildizlari/171> (Erişim: Şubat 3, 2021)

Etkinlik No.: 29

www.eba.gov.tr/videoizle/fizik-deneyleri/99607bd4e5a7135e44b7aa94041b48c59e2181ed6001

www.eba.gov.tr/videoizle/fizik-deneyleri/40187c649f0fae5fb47333d2b837cf70215281ed6001

Etkinlik No.: 30

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

Etkinlik No.: 32

https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/tamsayi_pdf/557_tum.pdf

Etkinlik No.: 33

<http://www.hskizilcilik.com/fizik/ghf/default.asp?sayfa=bdnds>

Etkinlik No.: 34

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

Etkinlik No.: 35

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

Etkinlik No.: 37

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme. s. 424-425. (Erişim: Nisan 3, 2021)

Etkinlik No.: 42

<https://tr.123rf.com/81863403-solar-system-model-elements-of-this-image-furnished-by-nasa>

<https://www.cag.edu.tr/dl/263098b6-a428-461e-af7e-20c2f32c5c08>

Etkinlik No.: 53

Serway, R. A. ve Beichner, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.) Ankara: Palme.

Etkinlik No.: 56

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_tr.html

KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 60

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_tr.html

Etkinlik No.: 61

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/isik-parcacik-mi-yoksadalga-mi>

Etkinlik No.: 67

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/doppler-etkisi-nedir>

https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzecontent/20_21_Guz/temel_fizik/14/index.html

Etkinlik No.: 70

https://science.nasa.gov/ems/01_intro

Etkinlik No.: 78

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/buyuk-patlama>

Etkinlik No.: 80

<https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?jsessionid=ChpgZeJYqh-5tv1du8hMUmj7?dergiKodu=4&cilt=49&sayi=911&sayfa=22&ya-ziid=38916>

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/standart-model-nedir>

Etkinlik No.: 82

https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/posterler/41x55_poster_haziran_2017.pdf

Etkinlik No.: 84

hte.ankara.edu.tr/files/2019/05/CERN-makalesi_Ö.Yavaş_HTE.pdf (Erişim: Mart 14, 2021),

<https://home.cern/science/physics/antimatter> (Erişim: Mart 14, 2021),

Çek, N. (2016). *Parçacıklar ve Parçacıkların Enerji Kaynakları Üzerinde Etkileri*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (7), 1-8 (Erişim: Mart 14, 2021).

Etkinlik No.: 88

Frederick J. Bueche & David A. Jerde *Principles Of Physics Sixth Edition* (2003) Palme.

Etkinlik No.: 89

Frederick J. Bueche & David A. Jerde *Principles Of Physics Sixth Edition* (2003) Palme.

Etkinlik No.: 97

<http://www.baskent.edu.tr/~tkaracay/etudio/agora/bilim/relativity2.htm>

Etkinlik No.: 100

<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1971232>

<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1976561>

<https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.15782>

Etkinlik No.: 104

Serway, Fizik 3. s. 1296.

Etkinlik No.: 105

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Foton>

Serway, Fizik 2. s. 1107.

Etkinlik No.: 106

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerjp/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=tr>

Etkinlik No.: 116

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html



KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 119

[http://www.katihal.sakarya.edu.tr/kutuphane/fotoelektrikolay.htm#:~:text=1\)%20Gelen%20C4%B1%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%20frekans%C4%B1%20metalin,frekansta%20ger%C3%A7ekle%C5%9Febilece%C4%9Fini%20s%C3%B6yleyen%20klasik%20fizikteki](http://www.katihal.sakarya.edu.tr/kutuphane/fotoelektrikolay.htm#:~:text=1)%20Gelen%20C4%B1%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%20frekans%C4%B1%20metalin,frekansta%20ger%C3%A7ekle%C5%9Febilece%C4%9Fini%20s%C3%B6yleyen%20klasik%20fizikteki)
<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/metin.aydin/120965/4-Compton%20Saciilmasi.pdf>

Etkinlik No.: 120

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/isik-parcacik-miyoksa-dalgami?>
<http://phys.eng.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/611/2013/09/Tek-ve-Cift-Yarikta-Kirininim-ve-heisenberg-ilkesi-Deney-Foyu-2.pdf>

Etkinlik No.: 122

Taylor, J. R. Ve Zafaritos C. (1996). Fizik ve Mühendislikte Modern Fizik. (Bekir Karaoğlu, Çev.) İstanbul: Arte Güven. s. 109-110.

Etkinlik No.: 123

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/davissongermer>

Etkinlik No.: 126

https://www.ksu.edu.tr/depo/belgeler/monitorler_1702211616175808.pdf

Etkinlik No.: 127

<https://edergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=43&sayi=695&sayfa=80&yaziid=29985>
 (Erişim: Nisan 3, 2021).

Etkinlik No.: 128

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/154970/mod_resource/content/0/5.%20%C4%B0letken%2C%20Yal%C4%B1tkan%20ve%20Yar%C4%B1%20%C4%B0letken%20Maddeler.pdf#:~:text=%C4%B0letken%2C%20Yal%C4%B1tkan%20ve%20Yar%C4%B1%20%C4%B0letken%20Maddeler,-%E2%96%A0&text=Elektirik%20ak%C4%B1m%C4%B1na%20kar%C5%9F%C4%B1%20%C3%A7ok%20k%C3%BC%C3%A7%C3%BCK,durumuna%20ge%C3%A7en%20maddeler%20olarak%20tan%C4%B1mlanabilir

Etkinlik No.: 129

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/154970/mod_resource/content/0/5.%20%C4%B0letken%2C%20Yal%C4%B1tkan%20ve%20Yar%C4%B1%20%C4%B0letken%20Maddeler.pdf#:~:text=%C4%B0letken%2C%20Yal%C4%B1tkan%20ve%20Yar%C4%B1%20%C4%B0letken%20Maddeler,-%E2%96%A0&text=Elektirik%20ak%C4%B1m%C4%B1na%20kar%C5%9F%C4%B1%20%C3%A7ok%20k%C3%BC%C3%A7%C3%BCK,durumuna%20ge%C3%A7en%20maddeler%20olarak%20tan%C4%B1mlanabilir

Etkinlik No.: 134

<https://www.energy.gov/eere/videos/energy-101-solar-pv>

Etkinlik No.: 136

<https://emhk.itu.edu.tr/gunes-enerjisiyle-calisan-10-harika-cihaz/>

KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 138

Taylor, J. R. Ve Zafaritos C. (1996). Fizik ve Mühendislikte Modern Fizik. (Bekir Karaoğlu, Çev.) İstanbul: Arte Güven. s. 109-110.
 (Erişim: Nisan 2, 2021)

Etkinlik No.: 140

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/maglev-treninin-hizi-saatte-1000-kmnin-uzerine-cikti>
<http://cesur.ankara.edu.tr/superiletkenlik-hakkinda/superiletkenlik-uygulamaları/superiletkenlerin-yuksek-enerji-fizigindeki-uygulamaları/>

Etkinlik No.: 141

<http://cesur.ankara.edu.tr/superiletkenlik-hakkinda/superiletkenlik-uygulamaları/>
<http://www.katihal.sakarya.edu.tr/kutuphane/Superiletken.htm>

Etkinlik No.: 143

http://bilsenbeseril.blogspot.com/p/9_3.html

Etkinlik No.: 148

<https://www.youtube.com/watch?v=WtGriq9uB-k>

Etkinlik No.: 132

<https://emhk.itu.edu.tr/gunes-enerjisiyle-calisan-10-harika-cihaz/adresinden-08.04.2021-tarihinde-15.00-saatinde-gunes-enerjili-gunes-gozlugu-hakkinda-bilgi-kullanilmistir>

Etkinlik No.: 133

<http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/upload/etkilesimli/kitap/fenlisesifizik/12/unite6/index.html#p=18>

Etkinlik No.: 134

Taylor, J. R. Ve Zafaritos C. (1996). Fizik ve Mühendislikte Modern Fizik. (Bekir Karaoğlu, Çev.) İstanbul: Arte Güven. s. 109-110.
 (Erişim tarihi: Nisan 2, 2021)

Etkinlik No.: 39

<https://www.cag.edu.tr/d/1/263098b6-a428-461e-af7e-20c2f32c5c08>



GÖRSEL KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 3

<https://www.ssb.gov.tr/website/ContentList.aspx?PageID=1824> (Erişim: Mart 15, 2019).

Etkinlik No.: 9

Görsel 5: www.123rf.com/11696417 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 6: www.123rf.com/10547582 (Erişim: Nisan 8, 2021).

Etkinlik No.: 10

Görsel: www.123rf.com/21436944 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel: www.123rf.com/5302721 (Erişim: Nisan 8, 2021).

Etkinlik No.: 11

Görsel 1: www.123rf.com/95226597 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 2: www.123rf.com/115051165 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 3: www.123rf.com/95498446 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 4: www.123rf.com/100795554 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 5: www.123rf.com/22133756 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 6: www.123rf.com/116127172 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 7: www.123rf.com/69096003 (Erişim: Nisan 8, 2021),
Görsel 8: www.123rf.com/128136893 (Erişim: Nisan 8, 2021).

Etkinlik No.: 12

Görsel: www.123rf.com/35055763
Görsel: www.123rf.com/77712381

Etkinlik No.: 13

Görsel: www.123rf.com/39912621 (Erişim: Haziran 1, 2021),
Görsel: www.123rf.com/103416812 (Erişim: Haziran 1, 2021),
Görsel: www.123rf.com/99339406 (Erişim: Haziran 1, 2021).

Etkinlik No.: 14

Görsel: www.123rf.com/16667844

Etkinlik No.: 15

Görsel: www.123rf.com/60534898

Etkinlik No.: 16

Görsel 1: www.123rf.com/87328397
Görsel 2: www.123rf.com/144232620
Görsel 3: www.123rf.com/92556412
Görsel 4: www.123rf.com/120209058
Görsel 5: www.123rf.com/132702686
Görsel 6: www.123rf.com/91856219
Görsel 7: www.123rf.com/50429626
Görsel 8: www.123rf.com/124718646

Etkinlik No.: 18

Görsel 1: www.123rf.com/37944093 (Erişim: Mart 13, 2021),
Görsel 2: www.123rf.com/26770850 (Erişim: Mart 13, 2021),
Görsel 3: www.123rf.com/85553050 (Erişim: Mart 13, 2021),
Görsel 4: www.123rf.com/67798923 (Erişim: Mart 13, 2021),
Görsel 5: www.123rf.com/59338073 (Erişim: Mart 13, 2021).

Etkinlik No.: 19

Görsel 1: www.123rf.com/32103157 (Erişim: Mart 13, 2021),
Görsel 2: www.123rf.com/32103417 (Erişim: Mart 13, 2021).

Etkinlik No.: 21

Görsel: www.123rf.com/130340241 (Erişim: Mart 20, 2021).

Etkinlik No.: 23

Görsel: www.123rf.com/16084494

Etkinlik No.: 25

Görsel: www.123rf.com/142177388 (Erişim: ???, 2021).

Etkinlik No.: 28

<https://www.soloturk.tsk.tr> (Erişim: Kasım 10, 2019)
<https://www.soloturk.tsk.tr/Custom/SoloTurk/155> (Erişim: Şubat 3, 2021)
<https://www.soloturk.tsk.tr/Custom/SoloTurk/234> (Erişim: Şubat 3, 2021)

Etkinlik No.: 32

Görsel 1: www.123rf.com/27532409
Görsel 2: www.123rf.com/77772482
Görsel 3: www.123rf.com/23283599
Görsel 4: www.123rf.com/93887124
Görsel 5: www.123rf.com/41473763
Görsel 6: www.123rf.com/94648177
Görsel 7: www.123rf.com/50648514
Görsel 8: www.123rf.com/48177676

Etkinlik No.: 33

Görsel 1: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/2110/mod_resource/content/1/B%C3%B6l%C3%BCm7-A%C3%A7%C4%B1sal%20Momentum%20ve%20Tork.pdf (Erişim: Mart 22, 2019),
Görsel 2: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/rstoo.html> (Erişim: Mart 22, 2021).

Etkinlik No.: 42

Görsel 1:
Görsel 2: www.shutterstock.com/88124209
Görsel 3:
Görsel 4: www.dreamstime.com/20293440

Etkinlik No.: 44

Görsel 1: www.123rf.com/84030451 (Erişim: Mart 25, 2021),
Görsel 2: www.123rf.com/74786808 (Erişim: Mart 25, 2021).

Etkinlik No.: 47

Görsel etkinliğin yazarı tarafından çekilmiştir.

Etkinlik No.: 57

Deney düzeneği fotoğrafı yazar tarafından çekilmiştir.

Etkinlik No.: 58

Deney düzeneklerinin fotoğrafı yazar tarafından çekilmiştir.

Etkinlik No.: 59

Görsel:

Etkinlik No.: 60

<https://previews.123rf.com/images/designua/designua1906/designua190600018/128230656-interference-and-diffraction-of-light-waves-young%C3%A2%E2%82%AC%E2%84%A2s-experimentnewton%C3%A2%E2%82%AC%E2%84%A2s-rings-diffraction-by-a-s.jpg> (Erişim: Mart 19, 2021)

Etkinlik No.: 61

Görsel:

Etkinlik No.: 62

Görseller etkinliğin yazarı tarafından çekilmiştir.

Etkinlik No.: 67

Görsel:
Görsel 2: www.123rf.com/21570486 (Erişim: Nisan 3, 2021),
Görsel 3: <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/doppler-etkisi-nedir>

Etkinlik No.: 70

https://science.nasa.gov/ems/01_intro
MEB. Fizik 12 Ders Kitabı, Sayfa 133, Şekil 3.33.
Görsel 1: www.123rf.com/40674366
Görsel 2: www.123rf.com/12041107
Görsel 3: www.123rf.com/102980896
Görsel 4: www.123rf.com/20689878
Görsel 5: www.123rf.com/16626631
Görsel 6: www.123rf.com/124536147
Görsel 7: www.123rf.com/91018706
Görsel 8: www.123rf.com/51188021



GÖRSEL KAYNAKÇA

Etkinlik No.: 71

Şekil I: https://www.sciencelearn.org.nz/image_maps/63-the-electromagnetic-spectrum

Şekil II: https://smd-prod.s3.amazonaws.com/science-pink/s3fs-public/thumbnails/image/EMS-Introduction_0.jpeg

Etkinlik No.: 72

<https://phet.colorado.edu/tr/simulation/legacy/hydrogen-atom>

Etkinlik No.: 73

https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_tr.html

Etkinlik No.: 78

Görsel:

Görsel: www.123rf.com/162010412

Görsel: www.123rf.com/18208534

Etkinlik No.: 79

https://asd.gsfc.nasa.gov/archive/hubble/overview/hubble_bio.htm

https://personal.psu.edu/~psiwa/lect06-big_bang

<https://www.giss.nasa.gov/staff/mway/EXP.pdf>

Etkinlik No.: 81

Görsel: www.123rf.com/24954432 (Erişim: Nisan 5, 2021).

Etkinlik No.: 83

Görsel: www.123rf.com/88189977

Etkinlik No.: 84

hte.ankara.edu.tr/files/2019/05/CERN-makalesi_Ö.Yavaş_HTE.pdf

Çek, N. (2016). Parçacıklar ve Parçacıkların Enerji Kaynakları Üzerinde Etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (7), 1-8 (Erişim: Mart 14, 2021).

Etkinlik No.: 87

Görsel : www.shutterstock/371349487

Etkinlik No.: 88

Görsel : www.shutterstock/371349487

Etkinlik No.: 107

Görsel : www.123rf.com/87963366 (Erişim: 18 Nisan, 2021).

Etkinlik No.: 108

Görsel : <http://skara.trakya.edu.tr/docs/Fotoelektrik.pdf>

Etkinlik No.: 109

Görsel : www.123rf.com/162431153 (Erişim: 10 Mart, 2021).

Etkinlik No.: 114

Görsel : www.123rf.com/32892664 (Erişim: 22 Mayıs, 2021)

Etkinlik No.: 116

https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html (Erişim: Nisan 8, 2021).

Etkinlik No.: 117

<http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/panel/EKitapUniteOnizle.aspx?Id=364&sayfa=218> (Erişim: Nisan 19, 2021).

Etkinlik No.: 137

https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrik_elektronik_muhendisligi/Editor/DERS/YELkEnrUrt/Fotovoltaik_Sistemler_ve_Uygulamaları.pdf adlı dosyadaki görsel referans alınarak yeniden çizilmiştir (Erişim: Nisan 6, 2021).

Etkinlik No.: 140

Görsel 1: www.123rf.com/12156981 (Erişim: Mart 25, 2021),

Görsel 2: www.123rf.com/10182953 (Erişim: Mart 25, 2021).

Etkinlik No.: 142

http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/9_3.html

Görsel 1: www.123rf.com/13097502 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 2: www.123rf.com/14285987 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 3: www.123rf.com/15995223 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 4: www.123rf.com/4994380 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 5: www.123rf.com/129413226 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 6: www.123rf.com/33890277 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 7: www.123rf.com/123926494 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 8: www.123rf.com/5973043 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 9: www.123rf.com/10945948 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 10: www.123rf.com/85700518 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 11: www.123rf.com/36237825 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 12: www.123rf.com/133675034 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 13: www.123rf.com/17472591 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 14: www.123rf.com/92428614 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 15: www.123rf.com/118163219 (Erişim: Nisan 7, 2021),

Görsel 16: www.123rf.com/95384815 (Erişim: Nisan 7, 2021).

Etkinlik No.: 143

http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/9_3.html

Etkinlik No.: 145

<http://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/nr/c5nr07855e>

Etkinlik No.: 146

Görsel 1: www.123rf.com/83627017

Görsel 2: www.123rf.com/31613627

Görsel 3: www.123rf.com/90583639

Etkinlik No.: 147

Görsel 1: www.123rf.com/123398587 (Erişim: Mart 31, 2021),

Görsel 2: www.123rf.com/70634242 (Erişim: Mart 31, 2021),

Görsel 3: www.123rf.com/70527361 (Erişim: Mart 31, 2021),

Görsel 4: www.123rf.com/16421506 (Erişim: Mart 31, 2021),

Görsel 5: www.123rf.com/50069975 (Erişim: Mart 31, 2021),

Görsel 6: www.123rf.com/63158183 (Erişim: Mart 31, 2021).

Etkinlik No.: 149

<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpy/lasers/latest/lasers.html?simulation=lasers&locale=tr>

Etkinlik No.: 150

Görsel 1: www.123rf.com/133090243 (Erişim: Nisan 4, 2021),

Görsel 2: www.123rf.com/112605887 (Erişim: Nisan 4, 2021),

Görsel 3: www.123rf.com/119806320 (Erişim: Nisan 4, 2021),

Görsel 4: www.123rf.com/83441154 (Erişim: Nisan 4, 2021),

Görsel 5: www.123rf.com/115775964 (Erişim: Nisan 4, 2021),

Görsel 6: www.123rf.com/125211872 (Erişim: Nisan 4, 2021).

Kaynakçada listelenmeyen tüm çizim ve görseller Seval Zengin ve Osman Karaaslan tarafından hazırlanmıştır. 37 ve 58 nolu etkinliklerdeki görseller, yazarı tarafından hazırlanmıştır.